

UNA STIMA PER L'ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO D'INVESTIMENTO*

Gabriella Maselli, Maria Macchiaroli

DICIV - Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno,

Via Giovanni Paolo II, 132, 84084 - Fisciano (SA), Italia

gmaselli@unisa.it; mmacchiaroli@unisa.it

Abstract

Supporting the financial analysis with investment risk assessment is essential when it is not possible to express with certainty forecast judgments on critical project variables. Since both the industry literature and the regulatory landscape do not provide specific criteria to estimate the acceptability of investment risk, we propose an approach that can guide the analyst in assessing the triangular balance between costs, benefits, and risks. It is an approach that aims to integrate the *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP) logic and *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). The concepts of risk acceptability and tolerability are derived from ALARP. The CAPM is used to estimate the two threshold values, which are a function of both the investment sector and the specific socio-economic conditions in which the project is located. An application shows that a civil project in the Campania Region (Italy) has a tolerable risk as an ALARP if its expected return is between 8.8 and 11.2%.

KEY WORDS: *Economic Evaluation of the Projects, Investment Risk, As Low As Reasonably Practicable, Tolerability Threshold, Acceptability Threshold.*

1. Introduzione

La valutazione ex-ante della rischiosità che caratterizza gli investimenti in campo civile è parte essenziale del processo decisionale [1 - 3]. Difatti, quando non è possibile esprimere con certezza giudizi di previsioni sulle variabili critiche del progetto, diviene necessario tener conto dell'alea d'investimento, valutando gli indicatori di performance economica in termini stocastici [4 - 6].

Il panorama legislativo europeo riconosce la centralità che l'analisi del rischio deve avere nella valutazione economica dei progetti. A tal riguardo, il Regolamento n. 1303/2013 specifica che essa è richiesta nei casi in cui l'esposizione al rischio residuo, ovvero quello che permane nonostante le strategie di mitigazione intraprese, risulti ancora ragguardevole [7].

Ma può essere eseguita anche in virtù della dimensione

del progetto o in relazione alla disponibilità di dati necessari per l'analisi. Tuttavia, gli indirizzi normativi non forniscono alcuna indicazione sui livelli di accettabilità del rischio d'investimento.

Al fine di superare tale limite normativo, lo scopo del lavoro è duplice:

1. stabilire criteri condivisibili ed oggettivi per valutare l'accettabilità del rischio;
2. definire una metodologia per stimare i valori limite di accettazione.

Per ciò che concerne il punto 1, la novità riguarda il ricorso alla logica *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP). In accordo a tale principio, utilizzato ogni qualvolta occorra stimare il rischio di perdita di vita umana, la valutazione del rischio è rapportata a due soglie limite: quella di accettabilità e quella di tollerabilità. In partico-

*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei due autori.
LaborEst n. 23/2021. doi: 10.19254/LaborEst.23.06

lare, un rischio è definito ALARP se compreso tra le due suddette soglie, ovvero se i costi per la mitigazione del rischio appaiono sproporzionati rispetto ai benefici perseguibili [8 - 11].

Stabilito il criterio di accettazione del rischio, fase cruciale è la 2, che si sostanzia nella definizione di una metodologia di stima dei valori limite di accettabilità e di tollerabilità dell'alea di progetto. L'idea è di ricorrere congiuntamente al *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e a strumenti d'indagine statistica, rendendo così possibile la valutazione di soglie di rischio funzione sia del settore d'investimento, che del contesto territoriale in cui il progetto si colloca.

Il paper è strutturato come segue. Il paragrafo 2 descrive i passaggi chiave dell'analisi del rischio nella valutazione economica dei progetti, nonché le principali criticità delle tecniche generalmente adoperate nella prassi. Al paragrafo 3 si chiarisce dapprima come la logica ALARP possa integrarsi nei tradizionali protocolli di analisi e fornire i criteri utili all'accettazione del rischio d'investimento; poi si descrive la metodologia per la stima delle soglie limite di rischio. Al paragrafo successivo, si stimano soglie di accettabilità e di tollerabilità del rischio d'investimento per iniziative progettuali del settore civile in Regione Campania (Italia). All'ultimo paragrafo si discutono i principali risultati della ricerca, nonché le rilevanti implicazioni di Politica economica.

2. L'analisi del rischio nella valutazione economica dei progetti

L'impossibilità di esprimere deterministicamente i Cash Flow (CF) a causa dell'incertezza correlata alle variabili sensibili dell'investimento conduce l'analista a ricorrere a tecniche di analisi del rischio [12].

Tre sono gli step chiave della *risk analysis*, implementata ricorrendo ad approcci probabilistici quali la simulazione Montecarlo:

1. *Identificazione delle variabili sensibili del sistema*, ovvero di quelle che influenzano significativamente il valore finale dell'indicatore di redditività dell'investimento. Secondo la Guida all'Analisi Costi-Benefici della Commissione Europea [13], si definiscono "critiche" quelle variabili per le quali una variazione di $\pm 1\%$ del valore stimato dà luogo ad una variazione di oltre $\pm 1\%$ del Valore Attuale Netto (VAN);
2. *Descrizione stocastica delle variabili sensibili*, che si traduce nell'identificazione della distribuzione di probabilità dei parametri rischiosi dell'analisi, identificati al punto [1];
3. *Stima delle distribuzioni di probabilità degli indicatori di redditività dell'investimento*. Tale step attiene dap-

prima alla definizione delle equazioni matematiche che correlano le variabili di input (cash flow) e quelle di output (indicatore di performance), quindi nella descrizione stocastica dell'indicatore di redditività.

Se si considera quale indicatore di performance economica il Tasso Interno di Rendimento (TIR), allora:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR_p)^t} = 0 \quad (1)$$

Ovvero:

$$\sum_{t=0}^n \frac{f(B_{p1}, \dots, B_{pn}; B_{d1}, \dots, B_{dn}) - f(C_{p1}, \dots, C_{pn}; C_{d1}, \dots, C_{dn})}{(1 + TIR_p)^t} = 0 \quad (2)$$

Dove:

- B_t rappresentano i benefici al tempo t e sono funzione sia di termini probabilistici (B_{p1}, \dots, B_{pn}) che deterministici (B_{d1}, \dots, B_{dn});
- C_t sono i costi al tempo t , anch'essi descritti sia in termini probabilistici (C_{p1}, \dots, C_{pn}) che deterministici (C_{d1}, \dots, C_{dn});
- TIR_p è il Tasso Interno di Rendimento espresso in termini di curva di probabilità cumulata.

Principale criticità dell'approccio descritto riguarda l'assenza di criteri oggettivi per stabilire se il rischio di investimento ed il rischio residuo, ossia quello che permane nonostante gli interventi di mitigazione prospettati, risultino accettabili per l'investitore.

Al successivo paragrafo si discute come tale criticità possa essere superata ricorrendo al principio ALARP, dal quale derivano i concetti di soglia di accettabilità e di soglia di tollerabilità del rischio.

3. Una metodologia per valutare l'accettabilità del rischio d'investimento

In ambito ALARP, l'accettabilità del rischio è espressa in termini di "rischio sociale", intendendo per esso la frequenza con cui un certo numero di persone sono soggette ad un dato livello di danno a seguito di uno specifico evento accidentale [14 - 18].

Occorre precisare che: (a) la soglia di tollerabilità rappresenta il valore limite al di sopra del quale il rischio è inaccettabile e al di sotto del quale è ALARP; (b) la soglia di accettabilità, invece, separa la regione "ampiamente accettabile" dalla regione ALARP. Le misure di mitigazione del rischio dovrebbero essere considerate se il rischio ricade nella regione di inaccettabilità o nella zona ALARP. In quest'ultimo caso, si deve dimostrare che ulteriori strategie di intervento avrebbero costi sproporzionati rispetto ai benefici che si possono ottenere [19 - 23].

Il rischio sociale e i limiti di accettabilità e di tollerabilità sono solitamente rappresentati in termini di curve F-N,

le quali riportano in ordinata la frequenza attesa F che un dato evento incidentale interessi più di N morti e in ascissa il numero delle fatalità N .

I grafici $F-N$ e i criteri di accettazione del rischio sono stati successivamente impiegati anche in settori differenti, quali la pianificazione dell'uso del suolo nelle immediate vicinanze di industrie o di dighe, la gestione del rischio da frana e la valutazione del rischio di morte in galleria [24 - 28].

Ma se fino ad ora è stato generalmente applicato per valutare il rischio di sicurezza legato alla salvaguardia della vita umana, si ritiene che il criterio ALARP di accettazione del rischio possa rappresentare "un modo generale di pensare" [29]. Ragion per cui può trovare originale applicazione anche nella valutazione della rischiosità degli investimenti in campo civile, dove occorre pur sempre operare un bilanciamento triangolare rischio, costi di mitigazione e benefici perseguibili [5, 11, 30, 31].

In tal caso, fase cruciale è stimare valori soglia di accettabilità e di tollerabilità, ovvero definire la regione in cui il rischio d'investimento per l'operatore economico è ragionevolmente praticabile in quanto ALARP.

Per rischio d'investimento s'intende la probabilità che il valore atteso dell'indicatore di *performance* economica ha di essere inferiore ad una soglia minima di accettabilità. Operazione critica è stabilire quale sia il minimo rendimento accettabile per l'investitore che dipende da parametri quali il tipo di progetto in esame, la propensione al rischio del soggetto finanziatore, le specifiche condizioni socioeconomiche del territorio in cui l'intervento si colloca.

Obiettivo di questa ricerca è stimare valori soglia del rischio d'investimento per progetti del settore civile, non ancora suggeriti da alcun indirizzo normativo. Il *framework* teorico di riferimento è il *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Difatti, tale modello permette di stimare il *risk-adjusted discount rate* $r(\beta)$, che può essere interpretato come il minimo rendimento atteso da un progetto d'investimento con profilo di rischio β [32 - 34].

Il valore del saggio $r(\beta)$ è espresso dalla seguente formula:

$$r(\beta) = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f) \quad (3)$$

In cui:

r_f = tasso di rendimento privo di rischio;

β = coefficiente che dà una misura del rischio sistematico, ovvero non diversificabile, di un'impresa;

r_m = tasso di rendimento del mercato;

$r_m - r_f$ = premio per il rischio di mercato (*market risk premium*).

Con riferimento alla (3), passaggio determinante è la stima del parametro β che misura la variazione percentuale attesa del rendimento in eccesso di un'iniziativa d'investimento per una variazione dell'1% del rendimento in eccesso del portafoglio di mercato. In altri termini, il

beta misura quanto i rischi che colpiscono il mercato globale sono amplificati da un determinata iniziativa progettuale. Ne deriva che per $\beta < 0$, l'investimento è rischioso, ma il suo livello di rischio si muove "in controtendenza" alla media generale; se $\beta \approx 0$ l'investimento osservato non è rischioso; se $0 < \beta < 1$, l'iniziativa in esame è rischiosa, ma meno del mercato, ed il suo livello di rischio si muove "nella stessa direzione" di quest'ultimo; se $\beta > 1$, il livello di rischio del progetto si muove ancora "nella stessa direzione" del mercato, ma è maggiore di quello medio.

Analiticamente, β è espresso dal seguente rapporto:

$$\beta = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\text{var } r_m} \quad (4)$$

In cui il numeratore è dato dalla covarianza tra rendimento r_i del generico investimento e rendimento di mercato r_m , mentre il denominatore coincide con la varianza del rendimento di mercato r_m .

Graficamente β corrisponde, invece, all'inclinazione della retta che meglio interpola in un diagramma cartesiano $x-y$ i rendimenti in eccesso dell'investimento rispetto ai rendimenti in eccesso del mercato:

$$r_i = \alpha + \beta \cdot r_m + \varepsilon \quad (5)$$

Con $\alpha = (1 - \beta) \cdot r_f$ e ε errore statistico che misura l'affidabilità della stima effettuata [35 - 39].

Ebbene, definito il *risk-adjusted discount rate* quale minimo rendimento atteso da un progetto d'investimento con profilo di rischio β , la questione diventa: come mutuare le due soglie limite di accettabilità e di tollerabilità del rischio d'investimento di progetti civili in un determinato contesto territoriale? È qui che il ricorso congiunto al principio ALARP, a metodi di indagine statistica e al *Capital Asset Pricing Model* rende possibile la stima delle suddette soglie di rischio. In particolare, si definisce:

- *soglia di accettabilità* $S_a = r(\beta_a)$ il minimo rendimento atteso di un progetto d'investimento il cui profilo di rischio rappresenta mediamente quello delle imprese di settore che hanno rendimenti "peggiori", ovvero quelle statisticamente rappresentate nel primo quartile.

Dunque,

$$r(\beta_a) = T_a = r_f + \beta_a \cdot (r_m - r_f) \quad (6)$$

Nella (6) r_f è il tasso *risk free* ed è stimato come rendimento medio dei titoli di Stato di durata decennale. β_a rappresenta il rischio sistematico "accettabile" che è funzione del rendimento r_{1Q} delle aziende di primo quartile di un dato territorio e del rendimento r_m di un ideale "portafoglio di mercato" rappresentato dal totale delle imprese manifatturiere di un Paese. In altri termini, β_a corrisponde all'inclinazione della retta che meglio interpola i rendimenti Y_{1Q} in eccesso medi delle imprese di

primo quartile rispetto ai rendimenti X in eccesso medi del mercato. In formula:

$$X = r_m - r_f \quad (7)$$

$$Y_{IQ} = r_{IQ} - r_f \quad (8)$$

dove r_{IQ} è pari al *Return of Investment* (ROI) medio delle aziende di settore del quartile inferiore;

- *soglia di tollerabilità*, il minimo rendimento atteso di un progetto d'investimento con il cui profilo di rischio è mediamente quello delle imprese di settore statisticamente rappresentate nel secondo quartile.

Dunque:

$$r(\beta_t) = T_t = r_f + \beta_t \cdot (r_m - r_f) \quad (9)$$

Con β_t rischio sistematico "tollerabile", funzione del rendimento r_{IIQ} delle aziende di secondo quartile (o mediano) e di r_m rendimento di mercato. β_t corrisponde all'inclinazione della retta che meglio interpola i rendimenti Y_{IIQ} in eccesso medi delle imprese di secondo quartile rispetto ai rendimenti X in eccesso medi del mercato.

In formula,

$$Y_{IIQ} = r_{IIQ} - r_f \quad (10)$$

r_{IIQ} equivale al ROI medio delle aziende del secondo quartile.

Al paragrafo successivo, dette soglie di accettabilità e di tollerabilità del rischio d'investimento sono stimate per il settore "ingegneria civile" con riferimento al contesto territoriale campano.

4. Stima delle soglie di rischio per investimenti nel settore civile in Regione Campania (Italia)

Operazione preliminare alla stima delle soglie di accettabilità e di tollerabilità del rischio d'investimento in Regione Campania è la definizione del panel di dati. Per la stima dei termini della (6) e della (9) sono analizzati:

1. gli indici di redditività sul capitale investito (ROI) di 98 aziende campane operanti nel settore "ingegneria civile" [codice ATECO 42] nel decennio 2009-2018 (fonte: database Analisi Informatizzata delle Aziende Italiane, AIDA);
2. gli indici di redditività sul capitale investito (ROI) di 2095 principali società italiane rappresentanti il 51% del fatturato delle imprese manifatturiere nel decennio 2009-2018 (fonte: Ufficio Studi MEDIOBANCA);
3. tassi medi di interesse dei titoli decennali del Tesoro (BTP) nell'arco temporale 2009-2018 (fonte: Ministero dell'economia e delle finanze, Dipartimento del Tesoro).

Definito il *dataset*, si stimano dapprima il tasso di privo di

rischio r_f , il tasso di rendimento del mercato r_m ed il premio per il rischio Y - parametri comuni alla (6) e alla (9) - quindi i coefficienti di rischio β_a e β_t .

Il tasso *risk free* r_f coincide con il tasso di rendimento dei titoli decennali del Tesoro (BTP) nell'intervallo temporale 2009-2018 ed è pari al 3,44%.

Il tasso di rendimento del mercato r_m è approssimato al ROI medio delle principali 2095 imprese manifatturiere italiane nel decennio 2009-2018. Dall'analisi risulta che $r_m = 7,76\%$. In tabella (vedi Tab. 1) sono sintetizzati i risultati delle elaborazioni.

Step successivo è la valutazione dei parametri β_a e β_t . Occorre specificare che r_{IQ} e r_{IIQ} sono stimati come ROI medio delle aziende del settore ATECO 42 «ingegneria civile» in Regione Campania (Italia) appartenenti rispettivamente al primo e al secondo quartile.

La tabella (vedi Tab. 2) restituisce i valori di β_a e β_t rispettivamente pari a 1,79 e 1,24.

Anno	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Media
rf (%)	4,32	4,01	5,25	5,65	4,38	3,00	1,70	1,40	2,14	2,54	3,44
r_m (%)	8,10	6,70	8,30	7,30	7,40	7,20	8,40	8,10	7,90	8,20	7,76
Y (%)	4,32										

Tab. 1 - Stima di r_m , r_f e X.
(fonti: Ministero dell'Economia e delle Finanze, Dipartimento del Tesoro, Ufficio Studi MEDIOBANCA)

Anno	r_{IQ} (%)	r_{IIQ} (%)	r_m (%)	r_f (%)	Y_{IQ} (%)	Y_{IIQ} (%)	X (%)	
2009	5,09	8,48	8,10	4,32	0,77	4,16	3,78	
2010	2,25	6,85	6,70	4,01	-1,76	2,84	2,69	
2011	2,26	6,86	8,30	5,25	-2,99	1,61	3,05	
2012	1,66	5,69	7,30	5,65	-3,99	0,04	1,65	
2013	2,01	5,15	7,40	4,38	-2,37	0,77	3,02	
2014	4,75	6,13	7,20	3,00	1,75	3,13	4,20	
2015	4,31	7,33	8,40	1,70	2,61	5,63	6,70	
2016	6,55	7,54	8,10	1,40	5,15	6,14	6,70	
2017	6,32	8,71	7,90	2,14	4,18	6,57	5,76	
2018	7,72	8,85	8,20	2,54	5,18	6,31	5,66	
Media	4,29	7,16	7,76	3,44	0,85	3,72	4,32	
COV(X _{IQ} , Y)	0,000568705		VAR X		0,000317697		β_a	1,79
COV(X _{IIQ} , Y)	0,000394387		VAR X		0,000317697		β_t	1,24

Tab. 2 - Stima di β_a e β_t .
(fonte: propria elaborazione)

Infine, implementando la (6) e la (9) si ottengono i valori finali di S_a e S_t :

$$S_a = r_f + \beta_a \cdot (r_m - r_f) = 3,44\% + 1,79 \cdot (7,66\% - 3,44\%) = 11,17\%$$

$$S_t = r_f + \beta_t \cdot (r_m - r_f) = 3,44\% + 1,24 \cdot (7,66\% - 3,44\%) = 8,80\%$$

Dall'analisi dei risultati si deduce che un progetto d'investimento nel settore civile in Campania ha un rischio:

- "non tollerabile" se il suo rendimento atteso è inferiore all'8,8%;
- ALARP se il suo rendimento atteso è compreso tra il 8,8 e l'11,2%;
- "ampiamente accettabile" se il suo rendimento atteso è maggiore del 11,2%.

5. Conclusioni

Questa ricerca intende definire soglie di accettabilità e di tollerabilità del rischio d'investimento che possano guidare l'analista nelle valutazioni finanziarie di progetti civili. L'idea è caratterizzare un approccio innovativo che ricorra congiuntamente alla logica *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP) e al *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Il criterio ALARP, generalmente impiegato per valutare il rischio di perdita di vita umana in ambito industriale, è applicabile ogni qual volta occorre misurare l'incremento/decremento dei costi e dei benefici derivanti dalla pianificazione di strategie di mitigazione del rischio. Ragion per cui l'ALARP può essere applicato per esprimere un giudizio sull'accettabilità e sulla tollerabilità del rischio d'investimento in campo civile.

Il *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) rappresenta invece il riferimento teorico per la stima dei valori limite di accettazione del rischio. In particolare, la soglia di accettabilità S_a coincide con il minimo rendimento atteso di un progetto d'investimento con profilo di rischio delle "peggiori" imprese di settore nel territorio, ovvero quelle appartenenti al quartile inferiore. La soglia di tollerabilità S_t , invece, è valutata come minimo rendimento atteso di un progetto d'investimento con profilo di rischio dell'impresa di secondo quartile.

L'analisi statistica degli indici di redditività di 98 imprese civili attive in Regione Campania restituisce valori limite di tollerabilità S_t e di accettabilità S_a del rischio d'investimento rispettivamente pari a 8,8 e 11,2%.

È evidente che il confronto tra il rendimento atteso di un progetto d'investimento e i valori limite di rischio offre all'analista una più immediata e coerente valutazione del bilanciamento triangolare di rischi, costi e benefici, rendendo altresì maggiormente trasparente e razionale il processo decisionale.

Bibliografia

- [1] Della Spina L.: *Historical Cultural Heritage: Decision Making Process and Reuse Scenarios for the Enhancement of Historic Buildings*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): *New Metropolitan Perspectives*, ISHT 2018, Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 101, pp. 442 - 453. Springer, Cham, 2019
- [2] Nesticò A., Maselli G.: *Sustainability indicators for the economic evaluation of tourism investments on islands*. In: *Journal of Cleaner Production*, n. 248, pp. 119217 - 119227, 2020
- [3] Ribera F., Nesticò A., Cucco P., Maselli G.: *A multicriteria approach to identify the Highest and Best Use for historical buildings*. In: *Journal of Cultural Heritage*, n. 41, pp. 166 - 177, 2020
- [4] De Mare G., Nesticò A., Tajani F.: *The Rational Quantification of Social Housing, An Operative Research Model*. In: Murgante B., Gervasi O., Misra S., Nedjah N., Rocha A.M., Tanian D., Apduhan B.O. (eds.): *ICCSA 2012*, LNCS, vol. 7334, pp. 27 - 43, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012
- [5] Nesticò A., He S., De Mare G., Benintendi R., Maselli G.: *The ALARP*

Principle in the Cost-Benefit Analysis for the Acceptability of Investment Risk. In: *Sustainability*, vol. 10(12), pp. 1 - 22, 2018

- [6] Calabrò F., Cassalia G., Tramontana C.: *Evaluation Approach to the Integrated Valorization of Territorial Resources: the Case Study of the Tyrrhenian Area of the Metropolitan City of Reggio Calabria*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): *New Metropolitan Perspectives*, ISHT 2018, Smart Innovation, Systems and Technologies - SIST, vol. 101, pp. 3 - 12. Springer, Cham, 2019
- [7] European Commission, 2013, Directive 2013/03/UE, Bruxelles,
- [8] Ale B.J.M.: *Tolerable or acceptable, a comparison of risk regulation in the UK and in the Netherlands*. In: *Risk Analysis*, vol. 25(2), pp. 231 - 241, 2005
- [9] French S., Bedford T., Atherton E.: *Supporting ALARP decision making by cost benefit analysis and multi-attribute utility theory*. In: *Journal of Risk Research*, n. 8, pp. 207 - 223, 2007
- [10] Ale B.J.M., Hartford D.N.D., Slater D.: *ALARP and CBA all in the same game*. In: *Safety Science*, n. 76, pp. 90 - 100, 2015
- [11] De Mare G., Nesticò A., Benintendi R., Maselli G.: *ALARP approach for risk assessment of civil engineering projects*. In: Gervasi O. et al. (eds.): *ICCSA 2018*, LNCS, vol. 10964, pp. 75 - 86. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2018
- [12] Nesticò A.: *Risk-Analysis Techniques for the Economic Evaluation of Investment Projects*. In: Mondini G., Fattinanzi E., Oppio A., Bottero M., Stanghellini S., (eds.): *Integrated Evaluation for the Management of Contemporary Cities*, SIEV 2016, Green Energy and Technology, pp. 617 - 629. Springer, Cham, 2018
- [13] European Commission, *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*, Directorate General for Regional and Urban Policy, European Commission, Brussels, Belgium, 2014
- [14] Aven T., Abrahamsen E.B.: *On the use of cost-benefit analysis in ALARP processes*. In: *International Journal of Performability Engineering*, n. 3(3), pp. 345 - 353, 2007
- [15] Jones-Lee M., Aven T.: *ALARP - What does it really mean?*. In: *Reliability Engineering and System Safety*, n. 96(8), pp. 877 - 882, 2011
- [16] Melchers R.: *On the ALARP approach to risk management*. In: *Reliability Engineering and System Safety*, n. 71(2), pp. 201 - 208, 2001
- [17] Aven T.: *Risk analysis*. 2nd edn, Wiley, Chichester, UK, 2015
- [18] Aven T.: *Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation*. In: *European Journal of Operational Research*, n. 253 (1), pp. 1 - 13, 2016
- [19] SRA, Glossary Society for Risk Analysis, 2015. Maggiori informazioni su: www.sra.com/resources
- [20] SRA, Foundations of Risk Analysis, 2015. Maggiori informazioni su: www.sra.com/resources
- [21] Health and Safety Executive, *The tolerability of risk from nuclear power stations*, Her Majesty's Stationery Office, London, 1992
- [22] Health and Safety Executive: *Reducing risks, protecting people*, Her Majesty's Stationery Office, London, UK, 2001
- [23] Health and Safety Executive, *Principles and Guidelines to Assist HSE in Its Judgements That Dutyholders have Reduced Risk as Low as Reasonably Practicable*, 2014. Maggiori informazioni su: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp1.htm>
- [24] De Blaeij A.: *The value of statistical life in road safety: A meta-analysis*. In: *Accident Analysis & Prevention*, n. 35(6), pp. 973 - 986, 2003
- [25] Leroi E., Bonnard Ch., Fell R., McInnes R.: *Risk assessment and management*. In: Hungry O., Fell R., Couture R. (eds.): *Landslide risk management*, Proceedings of the international conference on landslide risk management, Vancouver, Canada, 2005
- [26] Maciotta R., Lefsrud L.: *Framework for developing risk to life evaluation criteria associated with landslides in Canada*. In: *Geoenvironmental Disasters*, pp. 5 - 10, 2018

- [27] Vanem E.: *Principles for setting risk acceptance criteria for safety critical activities*. In: Bérenguer G., Soares G. (eds.): *Advances in Safety, Reliability and Risk Management*, pp. 1741 - 1751, 2012
- [28] Scarlett L., Linkov I., Kousky C.: *Risk Management Practices: Cross-Agency Comparisons with Minerals Management Service*. In: *Resources for the Future*, n. 56, 2011
- [29] Redmill F.: *ALARP Explored*. Computing Science, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, UK, 2010
- [30] Bencardino M., Nesticò A.: *Urban Sprawl, Labor Incomes and Real Estate Values*. In: Gervasi O., Murgante B., Misra S., Borruso G., Torre C., Rocha A.M., Taniar D., Apduhan B.O., Stankova E., Cuzzocrea A. (eds.): *ICCSA 2017, LNCS*, vol. 10405, pp. 17 - 30. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2017
- [31] Benintendi R., De Mare G., Nesticò A.: *Upgrade the ALARP model as a holistic approach to project risk and decision management: A case study*. In: *Hydrocarbon Processing*, n. 97 (7), pp. 77 - 82, 2018
- [32] Gollier C.: *Pricing the Planet's Future: The Economics of Discounting in an Uncertain World*. Princeton University Press, New Jersey, US, 2011
- [33] Nesticò A., Maselli G.: *Declining discount rate estimate in the long-term economic evaluation of environmental projects*. In: *Journal of Environmental Accounting and Management*, n. 8(1), pp. 93 - 110, 2020
- [34] Nesticò A., Maselli G.: *A protocol for the estimate of the social rate of time preference: the case studies of Italy and the USA*. In: *Journal of Economic Studies*, 2020
- [35] Sharpe W.F.: *Capital Asset Prices: A theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. In: *Journal of Finance*, n. 19, pp. 425 - 442, 1964
- [36] Rosenberg B., Guy J.: *Beta and Investment Fundamentals*. In: *Financial Analysts Journal*, n. 32, pp. 60 - 72, 1976
- [37] Black F.: *Beta and Return*. In: *Journal of Portfolio Management*, n. 20, pp. 8 - 18, 1993
- [38] Fama E.F., French K.R.: *Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds*. In: *Journal of Financial Economics*, n. 33 (1), pp. 3 - 59, 1993
- [39] Lahtinen K.D., Lawrey C.M., Hunsader K.J.: *Beta dispersion and portfolio returns*. In: *Journal of Asset Management*, n. 19, pp. 156 - 161, 2018

