

# Applicazione del *project risk management* e indici di *performance* nel settore delle costruzioni: un caso di studio

Andrea Ciaramella, Dipartimento ABC, Politecnico di Milano

andrea.ciaramella@polimi.it

**Abstract.** Nel settore delle costruzioni una corretta gestione dei rischi può contribuire efficacemente al miglioramento dei processi decisionali; committenti e operatori (imprese e professionisti) possono trovare benefici nella riduzione delle variabilità ambientali e delle incertezze, limitando i costi dovuti ad errori, l'uso improprio delle risorse e migliorando in maniera significativa la qualità dei flussi informativi.

L'articolo illustra i risultati di due ricerche, la prima svolta negli Emirati Arabi, la seconda condotta in Italia, con un approccio metodologico e obiettivi simili: verificare la natura dei principali rischi nelle costruzioni, identificare a quale delle parti venga attribuita nella prassi la responsabilità di tali rischi (proprietario o contractor), rappresentare in quali circostanze la responsabilità debba considerarsi condivisa e mettere in evidenza i rischi con maggiore probabilità di accadimento.

La classificazione dei rischi identificati consente ai committenti non tanto di prevenire gli accadimenti che possono avere impatti sul progetto, quanto piuttosto limitare e contenere l'impatto degli eventi (*risk reduction*) anche attraverso un'attività di monitoraggio e controllo costante delle attività che risulta il più importante fattore critico di successo.

**Parole chiave:** *Project management, Risk assessment, Risk management, General contracting*

Nel settore delle costruzioni una *risk management* corretta può contribuire efficacemente al miglioramento dei processi decisionali; committenti e operatori (imprese e professionisti) possono trovare benefici nella riduzione delle variabilità ambientali e delle incertezze, limitando i costi dovuti ad errori, l'uso improprio delle risorse e migliorando in maniera significativa la qualità dei flussi informativi.

Uno degli aspetti più rilevanti nel processo di *risk management* consiste nell'individuare e valutare i potenziali rischi in un progetto: poiché la possibilità di individuare tutti i possibili rischi è remota, data la variabilità degli accadimenti possibili, la strada solitamente seguita è quella di identificare quelli più critici e controllarli (Pilcher, 1992). La pratica del *risk management*, che può essere applicata in qualunque settore di attività, ha solitamente un andamento ciclico e prevede 4 fasi: identifi-

cazione, quantificazione, pianificazione, controllo.

**Identificazione:** questa fase è stata oggetto di studio da parte di molti ricercatori. La possibilità di gestire con successo i rischi deriva dalla capacità di identificarli e dalla qualità del livello di definizione di questa fase (Chapman, 2004). Tuttavia altri studiosi (Skytmore e Lyons, 2004) ritengono che il processo di analisi del rischio debba essere continuo e non possa limitarsi a una fase che si conclude in maniera definitiva.

In questa parte del processo è bene stimare correttamente la magnitudo del rischio, che sarà proporzionale alla durata dell'esposizione dei fattori di rischio, tanto da poter distinguere fattori "cronici" (persistenti ma a bassa intensità) dai fattori "catastrofici" (episodici ma ad alta intensità).

**Quantificazione:** successivamente alla loro identificazione, i rischi devono essere valutati in termini di probabilità di accadimento e impatto. La comprensione dei possibili effetti sugli obiettivi del progetto è molto importante: infatti, poiché il governo dei rischi comporta dei costi, è bene concentrarsi sui rischi più rilevanti e dedicare risorse a questi. I rischi possono essere valutati utilizzando un'analisi quantitativa o qualitativa. Le metodologie più diffuse prevedono l'adozione di scale parametriche semplici.

**Pianificazione** della gestione del rischio: la fase definisce le azioni che dovranno essere messe in atto per promuovere le opportunità o contrastare le minacce identificate nella prima fase. La pianificazione dei rischi dovrà avere principi chiari e condivisi in modo da garantire un atteggiamento coerente con le prospettive di investimento. Lo scopo sarà quello di verificare che le azioni previste vengano correttamente intraprese. L'aspetto procedurale e di controllo/revisione formale della do-

## Application of project risk management and performance indices in the construction sector: a case study

**Abstract.** In the construction sector, proper risk management may contribute effectively to improving decision-making processes. Principals and operators (businesses and professionals) may derive benefits from reducing environmental variability and uncertainty, limiting costs due to errors and the improper use of resources and significantly improving the quality of information streams.

The article illustrates the results of two studies, the first conducted in the United Arab Emirates and the second carried out in Italy, with a similar methodological approach and objectives: verifying the nature of the main risks in construction, identifying to which party (owner or contractor) responsibility for such risks is assigned in practice, representing the circumstances in which responsibility is to be considered shared and emphasising the risks with the greatest probability of occurrence.

The classification of identified risks al-

lows principals not so much to prevent occurrences that may have impacts on a project as to limit and contain the events (*risk reduction*), partly through constant monitoring and control of activities, which is the most important critical factor to success.

**Keywords:** *Project management, Risk assessment, Risk management, General contracting*

In the construction sector, proper risk management may contribute effectively to improving decision-making processes. Principals and operators (businesses and professionals) may derive benefits from reducing environmental variability and uncertainty, limiting costs due to errors and the improper use of resources and significantly improving the quality of information streams.

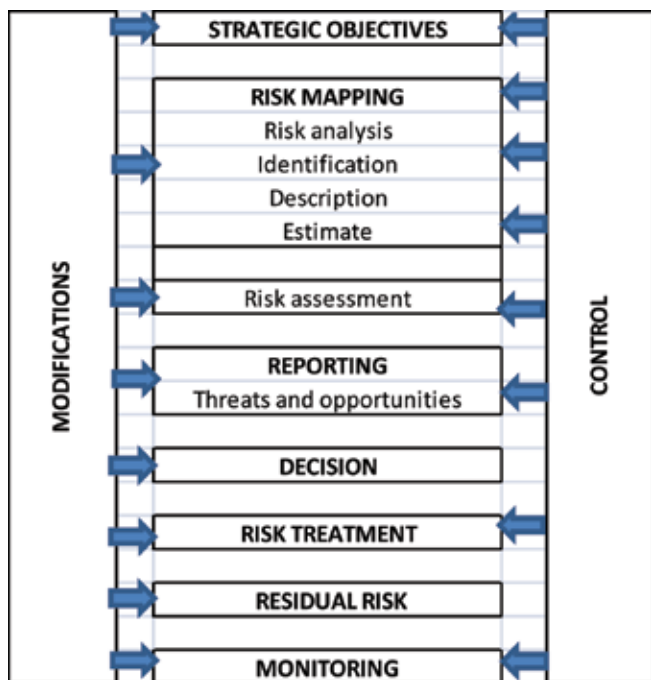
One of the most significant aspects of the risk management process consists

of identifying and assessing a project's potential risks: since the likelihood of identifying all possible risks is small, given the variability of possible events, the approach typically taken is to identify and monitor the most critical risks (Pilcher, 1992). The risk management process, which may be applied to any sector of activity, is usually cyclical and consists of four phases: identification, quantification, planning and control.

**Identification:** this phase has been studied by many researchers. The ability to manage risks successfully derives from the capacity to identify them and the quality of the level of definition of this phase (Chapman, 2004). However, other scholars (Skytmore and Lyons, 2004) believe that the risk analysis process is to be ongoing and is not to be limited to a phase subject to definitive conclusion. In this part of the process, it is appropriate to conduct an accurate estimate

cumentazione, oltre al lavoro di squadra, è determinante. **Controllo del rischio:** questa fase ha una durata corrispondente alla vita del progetto e consiste nell'attuazione delle azioni preventive, la valutazione dei possibili ritorni e nell'aggiornamento costante del piano di gestione. In questa fase è bene monitorare se le decisioni precedentemente prese risultano corrette ed, eventualmente, correggere le ipotesi fatte inizialmente.

01 |



01 | Il percorso di *risk management* proposto da FERMA (Federation of European Risk Management association). Lo standard è il risultato di un lavoro congiunto che coinvolge le più importanti associazioni di *risk management* del Regno Unito: The Institute of Risk Management (IRM), The Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC), The National Forum for Risk Management in the Public Sector. *The risk management process proposed by FERMA (Federation of European Risk Management Association). The standard is the result of joint work involving the most important risk management associations in the United Kingdom: The Institute of Risk Management (IRM), The Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC) and The National Forum for Risk Management in the Public Sector*

### Analisi del rischio nel settore delle costruzioni: alcuni studi internazionali

La ripartizione del rischio tra soggetti che ne hanno la responsabilità è un problema rilevante; spesso i rischi non

possono essere gestiti da una sola delle parti. Uno dei vantaggi dell'analisi dei rischi è proprio quello che, se correttamente svolta, consente di identificare oltre ai rischi potenziali anche le responsabilità, fornendo le basi per una conseguente gestione contrattuale e assicurativa dei rapporti tra le parti.

Nell'ambito di un progetto i rischi possono essere suddivisi in 4 macro-classi:

- controllabili dal contractor;
- controllabili dal committente;
- controllabili da entrambi;
- non controllabili.

In linea di principio è corretto affermare e stabilire contrattualmente che un determinato rischio sarà sostenuto dalla parte che più è in grado di anticiparlo e gestirlo. Nel caso in cui gli eventi identificati non fossero gestibili da nessuna delle parti, la ripartizione dovrà valutare elementi quali la capacità di sopportare l'onere finanziario delle conseguenze del rischio o la pensione al rischio delle parti.

Tuttavia è opportuno considerare che proprio l'allocazione delle responsabilità e la ripartizione dei rischi risulta essere l'elemento più critico nel settore delle costruzioni.

La tabella che segue riporta i risultati di una indagine svolta negli Emirati Arabi (Sameh Monir, 2008), che ha coinvolto le più importanti imprese *general contractor* impegnate in quell'area al momento della ricerca, con l'obiettivo di verificare la natura dei principali rischi nelle costruzioni e, soprattutto, a

of the magnitude of the risk, which will be proportional to the duration of the exposure to the risk factors, so as to be able to distinguish "chronic" factors (persistent but of low intensity) from "catastrophic" factors (episodic but of high intensity).

**Quantification:** once risks have been identified, they must be assessed in terms of probability of occurrence and impact. Understanding the possible effects on a project's objectives is very important: in fact, because risk governance entails costs, it is appropriate to concentrate on and dedicate resources to the most significant risks. Risks may be assessed using a quantitative or qualitative analysis. The most widespread methodologies involve the adoption of simple parametric scales.

**Planning of risk management:** this phase involves determining the actions that are to be taken in order to

promote the opportunities or combat the threats identified in the first phase. Risk planning will need to follow clear common principles so as to ensure an attitude consistent with the investment prospects. The goal will be to verify that the planned actions are properly undertaken. The procedural aspect and the formal control/review of documentation, in addition to teamwork, are fundamental.

**Risk control:** this phase has a duration that corresponds to the life of the project and consists of implementing preventative measures, assessing possible returns and constantly updating the management plan. During this phase, it is appropriate to monitor whether the previously taken decisions have proved correct and, where necessary, correct the initial hypotheses.

RISK	OWNER	CONTRACTOR	SHARED	RECOMMENDED
	%	%	%	
Accidents during construction	3.08	87.69	9.23	CONTRACTOR
Low worker productivity	-	83.08	16.92	CONTRACTOR
Resignation of qualified personnel	1.54	81.54	16.92	CONTRACTOR
Unforeseen technical problems in construction	1.54	78.46	20.00	CONTRACTOR
Low performance by subcontractors	1.54	75.38	23.08	CONTRACTOR
Breaches of contracts by subcontractors	3.08	75.38	21.54	CONTRACTOR
Lack of equipment	-	75.38	24.62	CONTRACTOR
Incompetence of contractors	6.15	66.15	27.69	CONTRACTOR
Delay in the supply of materials	-	66.15	33.85	CONTRACTOR
Low quality of work	4.62	64.62	30.77	CONTRACTOR
Labour shortage	1.54	64.62	33.85	CONTRACTOR
Worker strike	4.62	63.08	32.31	CONTRACTOR
Problems deriving from material quality	1.54	60.00	38.46	CONTRACTOR
Procurement shortages	-	52.31	47.69	CONTRACTOR
Unforeseen events affecting the site	3.08	50.77	46.15	CONTRACTOR
Bankruptcy of the promoter	53.85	18.46	27.69	OWNER
Design changes requested by the promoter	50.77	10.77	38.46	OWNER
Political instability	10.77	7.69	81.54	SHARED
Criminal acts	1.54	26.15	72.31	SHARED
Delays in the resolution of disputes	6.15	24.62	69.23	SHARED
Substance abuse	1.54	32.31	66.15	SHARED
Legislative changes	4.62	29.23	66.15	SHARED
Currency fluctuations	3.08	32.31	64.62	SHARED
Corruption	4.62	32.31	63.08	SHARED
Delays in the resolution of contractual problems	4.62	33.85	61.54	SHARED
Local protectionism	15.38	23.08	61.54	SHARED
Unfavourable meteorological conditions	1.54	41.54	56.92	SHARED
Inflation and price increases	6.15	38.46	55.38	SHARED
Faulty planning	26.15	18.46	55.38	SHARED
Difficulty in paying insurance premiums	1.54	46.15	52.31	SHARED
Cultural conflicts	3.08	44.62	52.31	SHARED
Inadequate specified scope of work	30.77	18.46	50.77	SHARED
Deficiency of specifications and planning	16.92	33.85	49.23	undecided
Untenable timing dictated by the promoter's objectives	20.00	32.31	47.69	undecided
Improper tender procedure	30.77	21.54	47.69	undecided
Delayed plan and documentation	32.31	23.08	44.62	undecided
Frequency changes to the plan by designers	35.38	21.54	43.08	undecided
Delay in obtaining permits to access the site	24.62	33.85	41.54	undecided
Contractual breaches by promoters	27.69	30.77	41.54	undecided
Improper intervention by the owners	29.23	29.23	41.54	undecided
Delays in approvals	30.91	30.91	38.18	undecided
Delays in payment of the general contractor	32.31	36.92	39.77	undecided

02 | Risultati di un'indagine che approfondisce caratteristiche e responsabilità dei rischi nelle commesse localizzate negli Emirati Arabi. Nella pratica la maggior parte delle responsabilità viene attribuita ai contractor ma la responsabilità di diversi rischi risulta non chiaramente assegnata (non decisa). (Sameh Monir, 2008)

*A study exploring the characteristics of and responsibility for risks in projects located in the United Arab Emirates. In practice, most responsibility is attributed to contractors, but responsibility for various risks is not clearly assigned (undecided). (Source: Sameh Monir E.S., Risk assessment and allocation in the UAE construction industry, International Journal of Project management, vo.26, Issue 4, May 2008, pp. 431-438)*

#### Risk analysis in the construction sector: some international studies

The allocation of risks amongst parties who are responsible for it is a significant problem; often, risks cannot be managed by one of the parties alone. Indeed, one of the advantages of risk analysis is that when it is properly performed it allows the identification not only of potential risks, but also of responsibilities, and thereby provides the foundation for subsequent management of the dealings between the parties by contract and insurance.

Within a project, risks may be subdivided into four general classes:

- controllable by the contractor;
- controllable by the principal;
- controllable by both;
- uncontrollable.

In principle, it is correct to state and establish at the contractual level that a given risk will be borne by the party that

quale delle parti venga attribuita nella prassi la responsabilità di tali rischi (proprietario o *contractor*), o se tale responsabilità debba considerarsi condivisa. Il rischio viene attribuito a una delle due parti solo se oltre il 50% degli intervistati gliene assegna la responsabilità; nel caso in cui questa soglia non sia raggiunta, l'attribuzione del rischio risulta non decisa e quindi incerta.

È interessante notare come, nonostante l'indagine abbia come protagonisti i *general contractor*, solo in due casi si ritiene che l'intera responsabilità del rischio debba essere attribuito ai proprietari/promotori. Questo deriva probabilmente da un'abituale forte responsabilizzazione dei *contractor*, sovente impegnati con contratti "a risultato", tipica di quell'area geografica. Tuttavia, in generale, oltre il 60% degli intervistati ritiene che nella pratica la ripartizione dei rischi a livello contrattuale non sia fatta correttamente e che ricada spesso sulla stessa parte. Come è evidente, una buona parte dei rischi non risultano attribuiti a una delle due parti; l'indagine mette in evidenza che esiste, per alcune attività, una certa indecisione: è chiaro che proprio queste devono essere risolte contrattualmente prima di intraprendere qualunque azione o attività. Va rilevato inoltre che in indagini analoghe svolte negli Usa (Kangari, 1995) e nel Kuwait (Kartam e Kartam, 2001), alcune responsabilità di rischi che risultano non decisi (per esempio ritardi nell'ottenimento dei permessi per accesso al sito e ritardi nei pagamenti dal proprietario/promotore al *contractor*) debbano essere correttamente allocati al proprietario/promotore.

is better able to anticipate and manage it. If the identified events are not able to be managed by either of the parties, the allocation will need to consider factors such as the capacity to bear the financial burden of the consequences of the risk or the parties' risk appetite.

However, it is appropriate to consider that precisely the allocation of responsibilities and apportionment of risks are the most critical elements in the construction sector.

The following table presents the results of a study conducted in the United Arab Emirates (Sameh Monir, 2008), involving the most important general contractors engaged in the area at the time of the study, with the aim of verifying the nature of the main risks in construction projects and, most importantly, to which of the parties (owner or contractor) responsibility for such risks is attributed in practice, or whether

such responsibility is to be regarded as shared. A risk is attributed to one of the two parties only if more than 50% of those interviewed assign the risk to that party. If this threshold is not reached, attribution of risk is considered undecided and thus uncertain.

It is interesting to observe that, although general contractors are the protagonists of the study, only in two cases is it believed that all responsibility for risk is to be attributed to the owners/promoters. This probably derives from the customarily high degree of responsibility assigned to contractors, who are often engaged under "results-based" contracts, typical of this geographical area. However, in general more than 60% of interviewees believe that in practice the apportionment of risks at the contractual level is not properly defined and often falls to the same party. Evidently, a significant portion of the

## Un caso italiano

Il caso italiano riguarda una *property company* quotata in Borsa, che gestisce oltre 700.000 m<sup>2</sup> di edifici prevalentemente ad uso terziario, del valore di oltre 1 miliardo di euro. L'attività del gruppo è rappresentata sostanzialmente da interventi di riqualificazione, trasformazione e valorizzazione del proprio patrimonio; tuttavia tra gli obiettivi vi è anche quello di dare avvio ad alcune operazioni di sviluppo su aree di proprietà.

Per scelta il gruppo ha strutturato al proprio interno una funzione di *project management*, svolgendo la necessaria attività di integrazione delle competenze e dei contributi specialistici fin dalla fase di progettazione. Per questo diventa essenziale costruire un sistema che consenta alla funzione di *project management* di gestire con un approccio metodologicamente corretto i rischi tipicamente insiti in operazioni di sviluppo.

La definizione dei rischi che più frequentemente possono essere connessi a una operazione di costruzione/sviluppo viene fatta in due fasi: una prima fase nella quale i manager del gruppo identificano alcuni rischi attraverso *brainstorming* e successivamente una indagine campione che coinvolge 56 professionisti con esperienza superiore a 10 anni di attività, impegnati in aziende operanti nei settori:

- progettazione integrata;
- impianti idrici, meccanici ed elettrici;
- costruzioni generali;
- finiture;

e appartenenti all'albo fornitori dell'azienda.

Ai professionisti coinvolti viene sottoposta una griglia di possibili rischi, chiedendo di integrarla e correggerla in relazione alla propria esperienza. In questo modo l'*output* finale sarà

risks is not attributed to either of the two parties. The study plainly shows that, for some activities, there is a certain degree of indecision: it is clear that it is precisely these that need to be resolved contractually before any actions or activities are undertaken. It should also be remarked that in similar studies conducted in the USA (Kangari, 1995) and Kuwait (Kartam and Kartam, 2001), responsibility for some risks found to be undecided (e.g., delays in the obtainment of permits for site access and delays in payments by the owner/promoter to the contractor) are properly to be allocated to the owner/promoter.

## An Italian case

One Italian case relates to a property company listed on the Italian stock exchange that manages over 700,000 m<sup>2</sup> of buildings, primarily used in the

service sector, with a value of over €1 billion. The group's business consists primarily of conducting work to redevelop, transform and exploit its assets. However, its goals also include undertaking development projects on land that it owns.

By choice, the group has set up an internal project management function, which performs the required activity in order to bring specialist skills and contributions to bear from the planning phase. Accordingly, it becomes essential to establish a system that allows the group's project management function to apply a methodologically correct approach to manage the risks typically inherent in construction and development projects.

The risks that most frequently may be associated with construction/development projects are identified in two phases: a first phase, during which the

		INDICES	VALUE			
		1	2	3	4	5
1	Delay of payments	PROBABILITY				
2	Inappropriate timing	IMPACT				
3	Poorly defined scope of work	PROBABILITY				
4	Changes in the course of work	IMPACT				
5	Deficiencies or limits of the project	PROBABILITY				
6	Delays in obtaining access to the site	IMPACT				
7	Delays in the procurement of materials	PROBABILITY				
8	Inadequacy of the contractor	IMPACT				
9	Poor productivity	PROBABILITY				
10	Replacement of personnel in positions of responsibility	IMPACT				
11	Conflicts between different cultures	PROBABILITY				
12	Difficult weather conditions for a long time	IMPACT				
13	Contractual disputes	PROBABILITY				
14	Inadequate equipment	IMPACT				
15	Site conditions not adequately represented	PROBABILITY				
16	Intervention by third entities (e.g., Superintendence)	IMPACT				

03 | La matrice con la quale vengono identificati i rischi: questa impostazione permette di classificarli per probabilità di accadimento e impatto potenziale. L'obiettivo è quello di selezionare i rischi più significativi  
*The matrix used to identify risks: this arrangement allows them to be classified by probability of occurrence and potential impact. The goal is to select the most significant risks*

l'insieme di rischi visti dal punto di vista del committente, delle imprese appaltatrici e dei professionisti incaricati. A tutti viene chiesto di esprimere un giudizio relativamente alla probabilità di accadimento e di impatto potenziale sui progetti. L'obiettivo è quello di identificare con un sistema selettivo i rischi più significativi, per orientare su questi le risorse necessarie. Per quantificare i rischi rilevati si è provveduto a calcolare il valore RII (*Relative importance index*), per probabilità di accadimento e impatto, secondo la formula:

$$RII = \frac{\sum (W_n \times X_n)}{\sum X_n},$$

dove:

Wn: peso assegnato alla n esima risposta; Wn = 1, 2, 3, 4, 5.  
 Xn: frequenza della risposta.  
 n: categorie di rischio 1, 2, 3, 4, 5 corrispondenti a molto basso, basso, moderato, alto e molto alto. Mettendo in relazione le due voci è possibile stilare la graduatoria dei valori di RII più significativi.

		PROBABILITY		IMPACT		RATING	
		RII	RANK	RII	RANK	RII	RANK
1	Delay of payments	2.00	25	4.00	7	8.00	12
2	Inappropriate timing	2.60	10	3.02	27	7.85	13
3	Poorly defined scope of work	1.80	32	1.68	46	3.02	44
4	Changes in the course of work	2.48	13	3.00	29	7.44	17
5	Deficiencies or limits of the project	2.19	20	3.94	10	8.63	9
6	Delays in obtaining access to the site	1.71	36	2.99	31	5.11	36
7	Delays in the procurement of materials	2.98	3	3.87	12	11.53	3
8	Inadequacy of the contractor	2.90	5	3.10	25	8.99	7
9	Poor productivity	2.46	15	2.87	34	7.06	21
10	Replacement of personnel in positions of responsibility	1.94	27	4.63	1	8.98	8
11	Conflicts between different cultures	2.63	9	1.94	45	5.10	37
12	Difficult weather conditions for a long time	1.10	46	4.01	6	4.41	39
13	Contractual disputes	2.65	8	3.18	21	8.51	15
14	Inadequate equipment	1.70	38	2.37	43	4.03	42
15	Site conditions not adequately represented	2.41	17	2.40	42	5.78	33
16	Intervention by third entities (e.g., Superintendence)	1.88	28	2.31	44	4.34	40

04 | La matrice con la quale vengono identificati i rischi: questa impostazione permette di classificarli per probabilità di accadimento e impatto potenziale. L'obiettivo è quello di selezionare i rischi più significativi  
*The assignment of a score for probability of occurrence and impact results in the establishment of rankings: resources may thus be concentrated on the most significant risks*

Analizzando tutti i rischi e selezionando solo quelli più significativi per probabilità e impatto, si ottiene:

EVENT	RANK	PROBABILITY
Technical problems during construction	1	4.03
Delays in the approval process	2	4.03
Delay in the procurement of materials	3	2.98
Requests for changes in the course of work	4	2.95
Poor quality of the contractor	5	2.9
Accidents during construction	6	2.69
Inadequate personnel conditions	7	2.69
Legislative and/or regulatory changes	8	2.65
Contractual disputes	9	2.65
Conflicts between different cultures	10	2.63

Complessivamente i rischi da affrontare prioritariamente saranno rappresentati come nelle tabelle seguenti.

È evidente che i 10 maggiori rischi evidenziati con questo sistema possono generare soprattutto ritardi temporali nell'avanzamento del progetto; è altresì vero che gli scostamenti si verificherebbero solo nel caso in cui i rischi impattino direttamente su attività progettuali critiche.

Per questo è necessario inquadrare:

- attività critiche: il cui ritardo determina un ritardo dell'intero progetto;
- attività non critiche: il cui ritardo non determina direttamente un ritardo dell'intero progetto;
- slack: quantità massima di ritardo ammissibile per una singola attività, senza che questo comporti impatti sulla durata

group's managers identify certain risks through brainstorming, and then a subsequent sample-based survey involving 56 professionals with more than ten years of hands-on experience, employed by companies operating in the following sectors:

- integrated planning;
  - plumbing, mechanical and electrical systems;
  - general construction;
  - finishing;
- and included in the register of the group's suppliers.

A grid of possible risks is submitted to the professionals involved, which they are asked to supplement and correct on the basis of their experience. The final output will thus be the set of risks seen from the standpoint of the principal, contracting companies and engaged professionals. All participants are asked

to express an opinion of probability of occurrence and potential impact on projects. The goal is to identify the most significant risks according to a selective system, in order to direct the necessary resources towards those risks.

In order to quantify the risks detected, the RII (relative importance index) has been calculated, for probability of occurrence and impact, according to the following formula:

$$RII = \frac{\sum (W_n \times X_n)}{\sum X_n}$$

Where:

- Wn: the weight assigned to the nth response; Wn = 1, 2, 3, 4, 5
- Xn: the frequency of the response
- n: risk categories 1, 2, 3, 4, 5, corresponding to very low, low, moderate, high and very high

dell'intero progetto; nelle attività critiche questo valore sarà = 0, mentre per attività non critiche potrà avere valori >0.

EVENT	RANK	PROBABILITY
Technical problems during construction	1	15.15
Delays in the approval process	2	14.71
Delay in the procurement of materials	3	11.53
Accidents during construction	4	10.71
Requests for changes in the course of work	5	9.62
Economic difficulties for the principal	6	9.17
Poor quality of the contractor	7	8.99
Replacement of personnel in positions of responsibility	8	8.98
Planning defects	9	8.63
Contractual disputes	10	8.51

EVENT	RANK	PROBABILITY
Replacement of personnel in positions of responsibility	1	4.63
Political interference	2	4.34
Quality of materials	3	4.32
Interest-rate fluctuation	4	4.19
Economic difficulties for the principal	5	4.16
Planning defects	6	4.11
Difficult weather conditions for a long time	7	4
Delay of payments	8	4.01
Accidents during construction	9	3.98
Economic difficulties for the contractor	10	3.97

By comparing the two items, it is possible to establish the rankings of the most significant RII values.

If all risks are analysed and only those most significant by probability and impact are selected, the following is obtained:

On the whole, the risks to be dealt with as a priority will be represented as follows:

It is evident that the ten greatest risks identified according to this system may first and foremost generate time delays in the progress of a project; it is also true that discrepancies would only occur where the risks directly impact critical project activities.

Accordingly, it is necessary to identify:

- critical activities: a delay in which would result in a delay in the entire project;
- non-critical activities: a delay in

which would not directly result in a delay in the entire project;

c) slack: the maximum amount of permissible delay for a single activity without this entailing an impact on the duration of the entire project; in critical activities, this value will be equal to zero, whereas for non-critical activities it may have values in excess of zero.

#### Monitoring of the project and performance indices

The risks classified may be managed by the group's project management unit according to the Critical Path Method, with the aim of:

- considering the time/cost trade-offs (duration-normal cost and duration-cost with reduced timing); and;
- seeking to reduce the time to the least possible cost, acting solely on the critical activities identified through WBS

## Monitoraggio del progetto e indici sintetici di performance

I rischi classificati potranno essere gestiti dall'unità di *project management* del Gruppo utilizzando il *Critical Path Method*,

con l'obiettivo di:

- considerare i *trade-off* tempi/costi (durata-costo normale e durata-costo con tempistiche ridotte);
- cercare di ridurre i tempi al minor costo possibile, intervenendo solo sulle attività critiche individuate attraverso WBS e diagramma di GANTT. È opportuno considerare che l'approccio qui descritto non consente tanto di prevenire gli accadimenti che possono avere impatti sul progetto, quanto piuttosto limitare e contenere l'impatto degli eventi (*risk reduction*). Questo è in modo particolare applicabile con:
  - ritardi nell'iter di approvazione;
  - problemi tecnici non previsti nella fase di esecuzione delle opere;
  - incidenti e/o infortuni nella fase di esecuzione delle opere;
  - ritardo nell'approvvigionamento dei materiali;
  - ritardi nella soluzione delle controversie contrattuali.

Il monitoraggio del progetto verrà condotto in 4 fasi:

- 1) definizione del budget semplificato in relazione a tempi e costi; che a sua volta comprende:
  - identificazione dei centri di costo che consentono l'allocazione di costi diretti e indiretti;
  - aggregazione dei costi a livello di progetto complessivo e definizione dei costi programmati;
- 2) monitoraggio tempi e costi;
- 3) analisi degli scostamenti e definizione degli indici di prestazione;
- 4) formulazione delle stime a finire.

and the GANTT diagram.

It is appropriate to consider that the approach described herein does not so much permit the prevention of events that may have impacts on the project as limit and contain the impact of the events (*risk reduction*). This is particularly applicable to:

- delays in the approval process;
- unforeseen technical problems during the works execution phase;
- accidents and/or injuries during the works execution phase;
- delay in the procurement of materials;
- delays in the resolution of contractual disputes.

Project monitoring will be conducted in four phases:

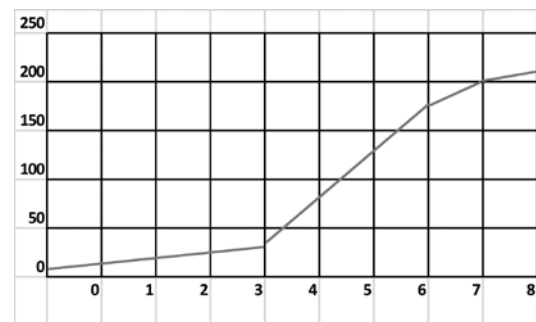
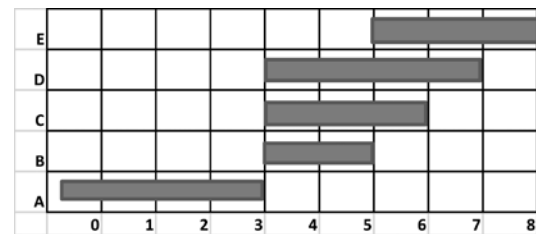
- 1) setting a simplified time and cost budget, in turn including:
  - identifying the cost centres that permit the allocation of direct and indirect costs;

- aggregating costs at the overall project level and determining planned costs;
  - 2) monitoring the timeframe and costs;
  - 3) analysing discrepancies and identifying performance indices; and
  - 4) formulating estimates at completion.
- The resulting curve is termed the "BCWS" (Budget Cost of Work Scheduled) and may be depicted as table above.

The next step will be to create the final costs curve on the basis of the survey of the state of progress of the work, in cases in which, as in the case in point, payments are made on the basis of the progress of activities. The final amount is thus used to construct the final cost curve, represented by the ACWP (Actual Cost of Work Performed), which will be compared with the estimated BCWP costs (Budgeted Cost of Works Performed). This latter curve represents the amount actually generated,

La curva che si genera viene definita BCWS (*Budget Cost of Work Scheduled*) e può essere rappresentata come segue:

ACTIVITY	PREDECESSOR	TIME	COST	MONTHLY COST
A	-	3	30	10
B	A	2	30	15
C	A	3	60	20
D	A	4	60	15
E	B	3	30	10



measured using the costs, and thus the efficiency, planned in the initial budget for the project.

The comparison of the two curves identifies the discrepancies, which may be divided into SV (Schedule Variance) and CV (Cost Variance). These terms refer, respectively, to the divergence of costs due to mere delay or advance in the progress of work and that due to changes in efficiency.

CV (Cost Variance):  $BCWP - ACWP$   
 SV (Schedule Variance):  $BCWP - BCWS$   
 If we wish to determine SV (Schedule Variance) by assigning it a monetary value in proportion to the unit of time (SVtime), we may do so by using the ratio of SV to BCWS for the period.  
 $SVtime: (SV/BCWS) \times \text{effective duration}$

Performance indices may be considered as follows:

CPI (Cost performance index):  
 $BCWP/ACWP$   
 $CPI > 1$  yield in excess of expectations  
 $CPI = 1$  there is a balance between the budgeted situation and the result of the control;  
 $CPI < 1$  the costs incurred are in excess of production (efficiency problems)

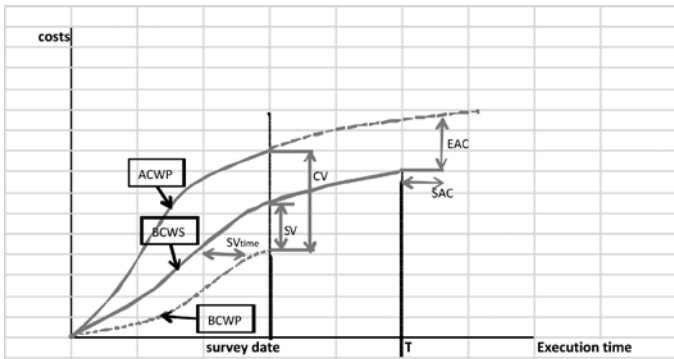
Scheduled Performance Index (SPI):  
 $BCWP/BCWS$   
 $SPI > 1$  the work performed is in excess of expectations  
 $SPI = 1$  there is a balance between the budgeted situation and the result of the control  
 $SPI < 1$  there is a delay with respect to scheduled activities (efficacy problems)

However, the method's strength does not lie in mere performance assess-

05 | La curva dei costi consuntivati, rappresentata dall'ACWP (Actual Cost of Work Performed), viene messa a confronto con i costi preventivati BCWP (Budgeted Cost of Works Performed); il confronto delle due curve mette in evidenza gli scostamenti (elaborazione dell'autore)

The final costs curve, represented by the ACWP (Actual Cost of Work Performed), is compared with estimated BCWP costs (Budgeted Cost of Works Performed); the comparison of the two curves identifies discrepancies (source: prepared by author).

Il passo successivo sarà quello di creare la curva dei costi consuntivati, grazie al rilievo degli stati di avanzamento dei lavori nel caso in cui, come in quello preso in esame, i pagamenti vengano effettuati in base al progresso delle attività. Il consuntivo va dunque a costruire la curva dei costi consuntivati, rappresentata dall'ACWP (Actual Cost of Work Performed), che sarà messa a confronto con i costi preventivati BCWP (Budgeted Cost of Works Performed); quest'ultima curva rappresenta l'andamento del valore effettivamente prodotto, misurato utilizzando i costi e quindi l'efficienza programmata, nel budget iniziale del progetto.



05 |

Il confronto delle due curve mette in evidenza gli scostamenti, che possono essere articolati in SV (Schedule Variance) e CV (Cost Variance), che identificano rispettivamente lo scostamento dei costi dovuto a semplice ritardo o anticipo nell'avanzamento lavori e quello determinato da variazioni di efficienza.

ment, but rather in supporting projections and controls that allow problems to be anticipated. In fact, by examining the curves, one may determine trends by extrapolating estimates at completion. In particular, by considering the EAC (Estimate at Complete) and SAC (Schedule at Complete), by which are meant, respectively, the estimated cost and time of the project at completion, two different hypotheses may be formulated:

*Presence of contingent problems:* i.e., external factors have impacted the project, where it is assumed that the error is due to an unforeseeable event, but that from that point on productivity may return to the scheduled level.

In this case, the result will be:

$$EAC = BCWS_{final} - CV$$

$$SAC = Time_{final} - SV_{time}$$

*Presence of structural problems:* external factors have impacted the project and continue to do so; final productivity will remain that established during the control phase, different from that initially planned. The result will thus be:

$$EAC = BCWS_{final} / CPI$$

$$SAC = Time_{final} / SPI$$

This methodology allows specific indicators to be used to identify delays or cost increases that could occur as a result of the risks assessed in the analysis phase.

Although the risk identification phase may be performed accurately during the initial planning phase, there is always a possibility that not all risky events have been considered. The control process will develop differently, depending on whether it relates to the management of:

- risky events already taken into con-

CV (Cost Variance):  $BCWP - ACWP$

SV (Schedule Variance):  $BCWP - BCWS$

Volendo determinare la SV (Schedule Variance) attribuendole un valore monetario rapportato all'unità di tempo ( $SV_{temp}$ ) si procederà utilizzando il rapporto tra SV e BCWS di periodo  $SV_{temp} : (SV / BCWS_{periodo}) \times \text{effettiva durata}$ .

Gli indici sintetici di performance possono essere considerati:

CPI (Cost performance index):  $BCWP / ACWP$

CPI > 1 resa superiore al previsto

CPI = 1 equilibrio tra situazione preventivata e esito del controllo

CPI < 1 si stanno sostenendo costi superiori a quanto prodotto (problemi di efficienza)

Scheduled Performance Index (SPI):  $BCWP / BCWS$

PI > 1 lavoro svolto superiore al previsto

SPI = 1 equilibrio tra situazione preventivata e esito del controllo

SPI < 1 ritardo rispetto alle attività programmate (problemi di efficienza)

La bontà del metodo non risiede nella semplice valutazione delle performance, ma nel supportare le previsioni e i controlli che consentono di anticipare i problemi. Dall'esame delle curve, infatti, è possibile determinare le tendenze estrapolando le stime a finire; in particolare, considerando l'EAC (Estimate at Complete) e SAC (Schedule at Complete) cioè rispettivamente le stime a finire del costo e del tempo, si potranno formulare due differenti ipotesi:

*Presenza di problemi contingenti:* ovvero fattori esterni che hanno impattato sul progetto e si assume che l'errore sia dovuto a un

consideration (in such cases, the measures to eliminate or minimise the negative effects or damages have already been determined in advance);

- unforeseen risky events: unexpected events arising from changed conditions in the context that have occurred in the course of the work or simply escaped consideration in the preliminary analysis phase.

In the first case, it may occur that the foreseen risky events, for which a budget aimed at mitigating the damages has been determined, do not take place; this allows the freeing of resources that may increase the coverage reserved for the other risks included in the risk plan, establish financial coverage for unforeseen risks that have manifested themselves in the course of the work and/or give rise to financial resources to be used to cover new risks.

As for unforeseen events, the project

manager will be responsible for initiating a general risk management process in order to assess possible consequences on the end result, and thus for:

- assessing the severity and scope of the consequences on the project's timing and economic aspect;
- assessing the possibility that the same event may recur in the future and estimating the timing of recurrence, to the extent possible;
- identifying countermeasures and verifying that they are economically expedient in light of the damages caused;
- determining the extent of the cost resulting from the necessary countermeasures;
- updating the risk plan and allocating new provisions earmarked for the project.



evento non prevedibile a priori, ma che da quel punto in poi la produttività possa tornare in linea con quella programmata.

In questo caso si avrà:

$$EAC = BCWS_{\text{finale}} - CV$$

$$SAC = \text{Tempo}_{\text{finale}} - SV_{\text{tempo}}$$

*Presenza di problemi strutturali*: fattori esterni che hanno impattato sul progetto e continueranno a farlo; la produttività finale resterà quella rilevata in fase di controllo, diversa da quella programmata inizialmente. Dunque sarà:

$$EAC = BCWS_{\text{finale}} / CPI$$

$$SAC = \text{Tempo}_{\text{finale}} / SPI$$

Questa metodologia consente di identificare attraverso indicatori specifici, ritardi o incrementi di costo che dovessero determinarsi come conseguenza di rischi valutati nella fase di analisi. Per quanto la fase di identificazione dei rischi possa essere condotta accuratamente in fase di pianificazione iniziale, esiste sempre la probabilità che non tutti gli eventi rischiosi siano stati considerati. Il processo di controllo si svilupperà in maniera differente, a seconda che riguardi la gestione di:

– eventi rischiosi già presi in considerazione (in questi casi sono state preventivamente definite le misure per annullare o minimizzare gli effetti negativi o i danni);

– eventi rischiosi imprevisi: avvenimenti inattesi, derivanti da mutate condizioni al contorno determinatesi in corso d'opera o semplicemente sfuggiti alla fase di analisi preliminare.

Nel primo caso potrebbe verificarsi che eventi rischiosi previsti, per i quali era stato definito un budget utile alla mitigazione dei danni, non si determinino; questo consente di liberare risorse che possono incrementare le coperture riservate ad altri rischi compresi nel *risk plan*, costituire la copertura finanziaria di rischi non previsti che si sono concretizzati in corso d'opera e/o dar luogo a una disponibilità finanziaria da impiegare a copertura di nuovi rischi.

Per quanto riguarda gli eventi non previsti, sarà compito del *project manager* innescare un processo generale di gestione del rischio per valutare le possibili ricadute sul risultato finale, quindi:

– valutare la severità e dimensionare le ricadute temporali o economiche sul progetto;

– valutare la possibilità che lo stesso evento possa verificarsi nuovamente in futuro, stimandone per quanto possibile una collocazione temporale;

– individuare le contromisure verificandone la convenienza economica rispetto al danno causato;

– dimensionare il costo determinato dalle contromisure necessarie;

– aggiornare il *risk plan*, accantonando nuove riserve destinate al progetto.

## REFERENCES

Chan, J. H. L., Chan, D. W. M., Lam, P. T. I. and Chan, A. P. C. (2011), "Preferred risk allocation in target cost contracts in construction", *Facilities*, Vol. 29, No. 13/14, pp. 542-562.

Chapman, C. (2004), "Why risk efficiency is a key aspect of best practice projects", *International Journal of Project management*, Vol. 22, pp. 619-632.

Kangari, R. (1995), "Risk management perceptions and trends of Us construction", *Journal of Construction engineering & Management*, Vol. 121, Issue 4, pp. 422-429.

Kartam, N. and Kartam, S. (2001), "Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective", *International Journal of Project management*, Vol. 19, Issue 6, pp. 325-335.

Kululanga, G. and Kuotcha, W. (2010), "Measuring project risk management process for construction contractors with statement indicators linked to numerical scores", *Engineering construction and Architectural management*, Vol. 17, n. 4, pp. 336-351.

Mahamid, I. (2012), "Factors affecting contractor's business failure; contractors' perspective", *Engineering construction and Architectural management*, Vol. 19, n. 3, pp. 269-285.

Pilcher, R. (1992), *Project cost control in construction*, United Kingdom, Blackwell Science Ltd, Oxford.

Skitmore, M. and Lyons, T. (2004), "Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey", *International Journal of Project management*, Vol. 22, pp. 51-61.

Sameh Monir, E. S. (2008), "Risk assessment and allocation in the UAE construction industry", *International Journal of Project management*, Vol. 26, Issue 4, May, pp. 431-438.