

PROPOSTA DI UN METODO PER LA VALUTAZIONE DEL GRADO DI ATTENDIBILITÀ DI UN PROGETTO (G.A.P.)

Prof. Ignazio Mantica*

1. Premessa

Sempre più frequentemente, e la committenza e gli Enti finanziatori, richiedono che il progetto di un'opera (ed in particolare di quelle pubbliche) sia accompagnato dalla valutazione del grado di attendibilità del progetto, cioè il così detto G.A.P.

È ovvio che senza un metodo preciso, tale valutazione, da chicchessia venga fatta, sia cioè dallo stesso progettista che da un esperto, è sempre aleatoria e basata su convinzioni professionali e soggettive e pertanto di alcun significato pratico.

Pertanto il G.A.P., così valutato serve a poco, o quanto meno, solo alla completezza formale della pratica.

È ancor meno utile per il raffronto di due progetti alternativi.

Lo scrivente, preso atto della situazione sinteticamente sopra esposta, ha pensato e poi realizzato, una metodologia di valutazione del G.A.P. di tipo oggettivo.

A tale proposito si è ricondotto a metodologie analoghe, adoperate per altre valutazioni, che, ad un primo approccio si prestano a considerazioni di soggettività del tutto simili a quelle sopra riportate.

2. Richiamo alla metodologia utilizzata

la metodologia utilizzata o meglio adattata al caso specifico è quella della valutazione dell'impatto ambientale V.I.A. tramite le matrici.

Nel caso specifico vengono individuati due vettori:
a) l'uno, riga di M elementi, contenente gli elementi progettuali oggetto di possibili fallanze; EOF\$ (i);

b) l'altro, colonna di N elementi, contenente gli elementi possibili cause di fallanza; ECF\$ (j);
e, successivamente una matrice, di ordine $M * N$ contenenti:

c) il rapporto tra elementi progettuali e le possibili cause di fallanza; R\$

A queste matrici, come sopra sinteticamente definite, va aggiunto un altro vettore:

d) colonna di M elementi che contiene il voto sulla stima degli elementi possibili cause di fallanza; V

Vengono poi individuati una serie di algoritmi, piuttosto semplici, che permettono di individuare, per ciascun elemento progettuale, possibile oggetto di fallanza, ed in relazione al rapporto che esso ha con le cause da cui le fallanze dipendono, i valori numerici estremi, rispondenti al massimo ed al minimo errore complessivo, ovvia poi la possibilità di una valutazione globale sommando tra loro i massimi ed i minimi.

A parità di progetto le valutazioni massime e minime di cui sopra, non sono univocamente determinate, infatti esse dipendono dalla importanza che la committenza e comunque il professionista che esegue il G.A.P., dà a ciascuno degli elementi progettuali che possono essere causa di fallanza.

In generale lo status delle conoscenze specifiche e delle metodologie progettuali, non sono tali né da portare il progettista ad errare ogni previsione, ma neppure a raggiungere la perfezione.

Tale grado di conoscenza si introduce, con la matrice di cui al precedente punto d).

È questo l'unico passaggio soggettivo del procedimento.

Passaggio che tuttavia con un minimo di analisi preventiva può essere reso sufficientemente oggettivo come sarà esposto nel seguito.

3. I vettori e le matrici in gioco

In quanto segue si esamineranno quali siano gli elementi dei due vettori EOF\$ ed ECF\$ nonché la metodologia di assegnazione del Voto V.

3.1 Gli elementi progettuali oggetto di fallanza, EOF\$

Sono quegli elementi che, a causa di errori di previsione progettuale, di incompletezza di indagine, di errori di calcolo, di non perfetta conoscenza di tecnologie o dello stato di fatto, possono portare ad un fallimento totale o parziale del progetto o a ritardi sulla sua realizzazione o generare altri problemi quali ad esempio riserve da parte dell'impresa appaltatrice, ecc.

A titolo esemplificativo tali elementi possono essere:

1) il raggiungimento degli o dell'obiettivo del progetto;

* Professore di Costruzioni Idrauliche presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona.

Da ingegneri e architetti
anno XXXVIII n. 3.6
maggio - dicembre 1998

- 2) la bontà delle previsioni tecnologiche e realizzative;
- 3) la bontà della previsione di spesa;
- 4) la bontà di previsione del tempo di esecuzione dell'opera;
- 5) la bontà delle scelte progettuali e di capitolato al fine di evitare conflittualità con imprese e con terzi;
- 6) l'evitare di raggiungere obiettivi tecnici indesiderati; eccetera.

3.2 Gli elementi progettuali causa di fallanza, ECF\$

Gli elementi causa di fallanza sono meno generali di quelli oggetto di fallanza visti nel paragrafo precedente e si potrebbe per essi stendere un elenco molto lungo e poi tentarne una suddivisione in funzione della genericità o particolarità degli elementi stessi.

Si è tuttavia del parere che una elencazione e classificazione molto estesa non sia attuale, avendo al momento, lo scrivente, quale scopo quello del proponimento della metodologia.

Pertanto qui a solo titolo di esempio si fa riferimento agli elementi del vettore ECF\$ relativamente alla progettazione acquedottistica.

Con riferimento alla progettazione acquedottistica, possiamo esaminare i seguenti possibili elementi causa di fallanza:

- 1) conoscenza delle condizioni geotecniche ed idrogeologiche;
- 2) conoscenza della topografia;
- 3) conoscenza dell'idrologia ed idrografia locale;
- 4) conoscenza dei metodi di costruzione della loro tecnologia;
- 5) conoscenza dei prezzi;
- 6) bontà delle metodologie di calcolo;
- 7) conoscenza della situazione proprietaria dei terreni, di interessati all'opera ai fini dell'espropriazione o dell'asservimento ed eventuale esistenza di accordi preventivi per la proprietà;
- 8) conoscenza della legislazione sui LL.PP.;
- 9) bontà delle prescrizioni del capitolato; eccetera.

3.3 Il voto, V

La bontà della stima degli elementi, possibili cause di fallanza, viene espressa con un voto.

Detto j il generico indice contrassegnante l'elemento del vettore ECF\$ il voto $V(j)$ viene espresso con un numero arabo da 1 a 10, essendo il 10 destinato ad una stima accurata e praticamente scevra da errori ed 1 ad una stima grossolana e di larghissima massima.

A titolo di esempio, nel caso di progettazione di nuova adduttrice acquedottistica, il voto relativo alla conoscenza della morfologia locale potrà valere

1-2	se è valutata sulla carta	al 25000
3-4	se è valutata sulla carta	al 10000
5-6	se è valutata sulla carta	al 5000
7-8	se è valutata sulla carta	al 2000
9-10	se è valutata sulla carta	al 500

Per una maggiore oggettività del metodo proposto è fondamentale, anche ai fini degli algoritmi che verranno successivamente esposti, che, per ciascun elemento causa di errore, venga preventivamente fissata una scala dei valori che detto voto può assumere, come in precedenza indicato per la morfologia locale.

Di norma il voto degli estremi della scala hanno rispettivamente un valore minimo:

$$V_{m,i} \text{ pari ad } 1$$

ed un valore massimo:

$$V_{M,j} \text{ pari a } 10$$

Tuttavia per taluni elementi cause di errori è possibile che i valori V_m e V_M siano entrambi, od uno dei due, rispettivamente diversi dell'1 del 10.

3.4 Matrice di correlazione R\$

L'ultima matrice da definirsi è quella che fissa il rapporto tra le due precedenti EOF\$ ed ECF\$ il cui elemento generico R(j,i)$ con i indice dell'elemento oggetto di fallanza e j indice dell'elemento causa di fallanza:

O se tra gli elementi i e j non esiste rapporto;
 A se tra gli elementi i e j il rapporto è molto forte;
 B se tra gli elementi i e j il rapporto è forte;
 C se tra gli elementi i e j il rapporto è modesto.

Con riferimento all'elencazioni precedenti R\$ (i,j) varrà, ad esempio:

O tra previsione di spesa e metodologie di calcolo;

A tra previsione di spesa e conoscenza dei prezzi;

B tra tempo di esecuzione e conoscenza dei materiali e della tecnologia;

C tra raggiungimento obiettivo e conoscenza dei prezzi.

4. Gli algoritmi

I valori numerici R (i, j) da associare ai valori come sopra definiti della matrice R\$ (j,i) vengono detti sulle basi seguenti:

a) si assume che sia pari a 10 il totale di contributi degli elementi causa di errore sia ciascun elemento oggetto di errore.

b) si assume che tra i valori di A, B e C, per ciascun elemento oggetto di errore (cioè per ciascuna colonna) valgono le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} 2 \cdot C &= B \\ 2 \cdot B &= A \end{aligned} \quad (1)$$

Queste associate alla

$$\sum_{i=1}^m R_{i,j} = 10 \quad (2)$$

dove R_{i,j} assume, a secondo del caso, il valore corrispondente ad A, B, C o O, costituiscono un sistema lineare di elementare soluzione.

Il grado di attendibilità di ciascun elemento oggetto di errore sarà contenuto tra i due valori estremi definiti come segue:

$$GAP_{m,i} = \sum_{j=1}^n R_{(i,j)} \cdot V_{m,j} \quad (3)$$

$$GAP_{M,i} = \sum_{j=1}^n R_{(i,j)} \cdot V_{m,j}$$

ed è definito dall'espressione

$$GAP_i = \sum_{j=1}^m R_{(i,j)} \cdot V_{(j)} \quad (4)$$

ed ovviamente varranno le

$$GAP_{m,i} = < GAP_i = < GAP_{M,i} \quad (5)$$

È quindi definibile un GAP complessivo definito come segue:

$$GAP = \sum_{j=1}^m GAP_j \quad (6)$$

tale GAP complessivo, varranno ovviamente le

$$GAP_m = < GAP = < GAP_M \quad (7)$$

dove ovviamente

$$GAP_m = \sum_{j=1}^M GAP_{m,i} \quad (8)$$

$$GAP_M = \sum_{i=1}^M GAP_{M,i}$$

5. Analisi degli algoritmi

La (4) come abbiamo visto da, per ciascun elemento oggetto di errore, la valutazione del grado di attendibilità del progetto relativo a quell'elemento.

Il grado di attendibilità è quindi espresso con un numero, che, per avere un significato, va confrontato con gli estremi del suo range di variabilità.

Gli estremi di tale range sono definiti dalla (3). Al fine di un più facile confronto si può suddividere tale range di 5 sotto-range, come segue:

sottorange	da	a	attendibilità
1" »	$GAP_{m,i}$	$GAP_{m,i} + \frac{D \cdot GAP}{5} \cdot i$	bassa
2" »	$GAP_{m,i} + \frac{D \cdot GAP}{5} \cdot i$	$GAP_{m,i} + \frac{2}{5} D \cdot GAP_i$	medio bassa
3" »	$GAP_{m,i} + \frac{2}{5} D \cdot GAP_i$	$GAP_{m,i} + \frac{3}{5} D \cdot GAP_i$	media
4" »	$GAP_{m,i} + \frac{3}{5} D \cdot GAP_i$	$GAP_{m,i} + \frac{4}{5} D \cdot GAP_i$	medio alta
5" »	$GAP_{m,i} + \frac{4}{5} D \cdot GAP_i$	$GAP_{M,i}$	alta

È ovvia quindi l'individuazione del grado di attendibilità in termini anche non numerici e quindi accessibile anche ai non tecnici cui, in genere, spetta il compito di decidere circa il finanziamento dell'opera.

È banale l'estensione della detta valutazione del GAP relativi a ciascun elemento oggetto di fallanza al GAP globale, cioè a quello espresso dalla (6).

6. Esempio numerico

Qui di seguito si riportano i dati di input ed output relativi al progetto di ristrutturazione della rete fognante di Serramonacesca (PE) su commessa della Comunità Montana della Maiella e del Morrone.

Tab. I

N.	ELEMENTI OGGETTO DI FALLANZA
1	OBIETTIVI DEL PROGETTO
2	PREVISIONI DI SPESA
3	PREVISIONE DEI TEMPI DI ESECUZIONE
4	POSSIBILI RISERVE DELL'IMPRESA E RELATIVO CONTENZIOSO

Tab. II

POSSIBILI CAUSE DI FALLANZA	VOTO
1 CONOSCENZE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	5
2 CONDIZIONI SOPRASSUOLO	6
3 CONOSCENZA MATERIALI	9
4 CONOSCENZA PREZZI	8
5 COMPLETEZZA STIMA	7
6 CONOSCENZA DATI IDROMETEOR.	6
7 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	4
8 AFFIDABILITA' METODOLOGIA CALCOLO	7
9 DETTAGLIO PARTICOLARI COSTRUTTIVI	7
10 COMPLETEZZA ELENCO PREZZI	8
11 COMPLETEZZA CAPITOLATO E NORME	5
12 CONOSCENZA SERVITU'	5
13 CONOSCENZA STATUS ATTUALE	5

SCALETTA DEI VOTI PER I VARI FATTORI CAUSA DI FALLANZA

	VOTO	
	MINIMO	MASSIMO
1. CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE		
Nessuna	1	1
Sommaria	2	5
Da carte geologiche	6	7
Da rilievi sul posto	8	10
2. CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DEL SOPRASSUOLO		
Nessuno	1	2
Sommaria	3	4
Da informazioni assunte	5	7
Da documentazione	8	10
3. CONOSCENZA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE		
Superficiale	1	3
Da informazioni e da depliant	4	6
Da documentazione tecnica	7	8
Da esperienze dirette	9	10
4. CONOSCENZA DEI PREZZI		
Nessuna o scarsa	1	3
Da listini	4	5
Da analisi prezzi	6	8
Da esperienze dirette	9	10

	VOTO	
	MINIMO	MASSIMO
5. COMPLETEZZA DELLA STIMA		
Da analisi sommaria	2	4
Da computo metrico sommario	5	7
Da computo metrico particolareggiato	8	10
6. CONOSCENZA DATI IDROMETEREOLOGICI		
Da dati empirici	2	4
Da dati regionalizzati	5	6
Da elaborazioni classiche	7	8
Da elaborazioni probabilistiche	9	10
7. CONOSCENZE TOPOGRAFICHE		
Se basata sulla carta al 25000	1	2
Se basata sulla carta al 10000	3	4
Se basata sulla carta al 5000	5	6
Se basata sulla carta al 2000	7	8
Se basata su carta al 500 o con livellazione apposita	9	10
8. AFFIDABILITA' METODOLOGIA DI CALCOLO		
Uso di formule empiriche	2	4
Uso di metodi classici	5	7
Uso di modelli matematici	8	10

segue

segue Tab. III

	VOTO	
	MINIMO	MASSIMO
9. DETTAGLIO PARTICOLARI COSTRUTTIVI		
Particolari inesistenti	1	1
Particolari standar	2	4
Particolari ad hoc non dettagliati	5	7
Particolari ad hoc dettagliati	8	10
10. COMPLETEZZA ELENCO PREZZI		
Elenco lacunoso	1	4
Elenco completo ma non dettagliato	5	6
Elenco completo e dettagliato	7	8
Elenco dettagliato e sovrabbondante	9	10
11. COMPLETEZZA CAPITOLATI		
Capitolati improvvisati	2	4
Capitolati e stampa	5	7
Capitolati ad hoc	8	10
12. CONOSCENZA POPRIETA' E SERVITU'		
Nessuna	1	1
Superficiale	2	5
Da informazioni	6	7
Da documentazione	8	10
13. CONOSCENZA STATUS ATTUALE INFRASTRUTTURE		
Nessuna	1	1
Superficiale	2	5
Da informazioni	6	7
Da documentazione	8	10

Tab. IV

MATRICE RAPPORTO ELEMENTI PROGETTUALI CAUSE DI FALLANZA IN TERMINI DI INPUT ALFANUMERICO				
EL. OGGETTO FALLANZA	1	2	3	4
EL. CAUSA FALLANZA				
CONOSCENZA CARATT. IDROGEOLOG.	B	A	A	B
CONDIZIONI SOPRASSUOLO	O	B	B	O
CONOSCENZA MATERIALI	A	O	B	B
CONOSCENZA PREZZI	B	B	O	B
COMPLETEZZA STIMA	O	A	C	B
CONOSCENZA DATI IDROMETEORIC.	B	O	O	O
CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	B	B	B	C
AFFIDABILITA' METODOLOG.	A	O	O	O
DETTAGLIO PARTIC. COSTRUTTIVI	O	O	B	C
COMPLETEZZA ELENCO PREZZI	B	A	B	B
COMPLETEZZA CAPITOLATO	B	O	B	A
CONOSCENZA SERVITU'	B	B	B	B
CONOSCENZA STATUS ATTUALE	B	B	B	B
MATRICE RAPPORTO ELEMENTI PROGETTUALI CAUSE DI FALLANZA CALCOLATA IN TERMINI NUMERICI				
EL. OGGETTO FALLANZA	1	2	3	4
EL. CAUSA FALLANZA				
1. CONOSCENZA CARATT. IDROGEOLOG.	0.83	1.82	1.90	1.00
2. CONDIZIONI SOPRASSUOLO	0.00	0.91	0.95	0.00
3. CONOSCENZA MATERIALI	1.67	0.00	0.95	1.00
4. CONOSCENZA PREZZI	0.83	0.91	0.00	1.00
5. COMPATTEZZA STIMA	0.00	1.82	0.48	1.00
6. CONOSCENZA DATI IDROMETEORIC.	0.83	0.00	0.00	0.00
7. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	0.83	0.91	0.95	0.50
8. AFFIDABILITA' METODOLOGIA	0.83	0.00	0.00	0.00
9. DETTAGLIO PARTIC. COSTRUTTIVI	1.67	0.00	0.95	0.50
10. COMPLETEZZA ELENCO PREZZI	0.00	1.82	0.95	1.00
11. COMPLETEZZA CAPITOLATO	0.83	0.00	0.95	2.00
12. CONOSCENZA SERVITU'	0.83	0.91	0.95	1.00
13. CONOSCENZA STATUS ATTUALE	0.83	0.91	0.95	1.00

Tab. V

ANALISI DEL GRADO DI ATTENDIBILITA' DEI VARI ELEMENTI OGGETTO DI FALLANZA			
	VALORI DEL G.A.P.		
	GRADO MIN	GRADO REALE	GRADO MAX
PREVIS. TECNOLOG. E REALIZ.	13	50	100
PREVIS. DI SPESA	11	59	100
PREV. TEMPI DI ESECUZ.	11	89	100
POSSIBILI RISERV. IMPRESA	13	80	100
TOTALI	48	278	400

Tab. VI

ESITO GLOBALE
GRADO DI ATTENDIBILITÀ: MEDIO-ALTA

La tabella I riporta gli elementi progettuali che sono stati ritenuti possibili oggetto di fallanza mentre la tabella III riporta gli elementi presi a base del progetto, che possono avere prodotto degli errori.

La tabella III riporta per ciascun elemento causa di fallanza una possibile scaletta di voti.

Le dette scalette sono solo indicative e non hanno alcun valore che quello di esemplificazione del metodo esposto.

Ciascuno di tali elementi è riportato con il voto assegnato in funzione di una scaletta del tipo di quella di cui al paragrafo 3.3 che qui per brevità non si riportano.

La tabella IV riporta gli elementi della matrice R\$, dei rapporti tra gli elementi EOF\$, oggetto di fallanza, e quelli ECF\$, causa di fallanza.

La tabella IV bis, non necessaria nell'applicazione professionale del GAP, riporta invece i valori della matrice R, cioè della matrice dei rapporti, in termini numerici anziché alfanumerici.

La tabella V riporta, per ciascun elemento possibile oggetto di fallanza, i tre valori del GAP relativi al massimo ed al minimo di errore ed al centro, quello stimato specifico nel caso in esame.

L'ultimo rigo dà i totali, sulla cui base viene poi emesso il giudizio finale di cui alla tabella VI.

7. Conclusioni

Il metodo proposto è, a giudizio dello scrivente, sufficientemente oggettivo, quanto meno tale oggettività è dello stesso ordine di quella cui si perviene con analisi analoghe, quali ad esempio quella del V.I.A. ed ha il pregio della semplicità e della facile programmabilità.