

4 . Metodo di calcolo dei coefficienti degli elementi qualitativi delle offerte

I metodi indicati nel Regolamento per l'individuazione dell'offerta migliore con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa sono: il metodo aggregativo compensatore; il metodo AHP; il metodo Electre; il metodo Topsis e il metodo Evamix. Il nuovo Regolamento con riferimento a servizi e forniture prevede un ulteriore metodo, come già accennato, basato sull'utilizzo del punteggio assoluto (Allegato P del Regolamento).

Tra i metodi di calcolo per la valutazione delle offerte suggeriti dagli allegati G, I, P e M del Regolamento di esecuzione ed attuazione del codice dei contratti pubblici (D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207) è indicato il metodo "Analytic Hierachy Process (AHP)", che ben si presta sia ai fini della individuazione della migliore offerta sia per l'attribuzione dei punteggi ai singoli elementi di valutazione di natura qualitativa delle offerte presentate.

Indipendentemente dal metodo utilizzato occorre individuare o assegnare i coefficienti di natura qualitativa da attribuire a ciascun elemento di valutazione per ciascun offerente. Gli allegati al regolamento suggeriscono cinque metodi di seguito riportati ed in seguito analizzati:

1. *la media dei coefficienti, variabili tra zero ed uno, calcolati da ciascun commissario mediante il "confronto a coppie";*
2. *la trasformazione in coefficienti variabili tra zero ed uno della somma dei valori attribuiti dai singoli commissari mediante il "confronto a coppie";*
3. *la media dei coefficienti, variabili tra zero ed uno, calcolati dai singoli commissari mediante il "confronto a coppie", seguendo il criterio fondato sul calcolo dell'autovettore principale della matrice completa dei confronti a coppie;*
4. *la media dei coefficienti, variabili tra zero ed uno, attribuiti discrezionalmente dai singoli commissari;*
5. *un diverso metodo di determinazione dei coefficienti, variabili tra zero ed uno, previsto dal bando o nell'avviso di gara o nella lettera di invito.*

Le linee guida riportate in calce ai suddetti metodi stabiliscono infine che una volta determinati i coefficienti come sopra, occorre riparametrarli in modo tale che al maggiore sia attribuito il valore unitario.

- **Metodo 1**

Il primo metodo consiste nel calcolare la media dei coefficienti, *variabili tra zero ed uno, calcolati da ciascun commissario mediante il "confronto a coppie", dell'elemento di natura qualitativa relativa a ciascun offerente costruendo un matrice di tipo triangolare utilizzando una opportuna scala semantica.*

Il metodo consiste nel costruire una matrice triangolare con un numero di righe ed un numero di colonne pari al numero dei concorrenti meno uno. Nel caso in cui ad esempio i concorrenti siano 5, la matrice sarà composta da 4 righe e 4 colonne.

	1	2	3	n-1	
							1
							2
							3
							..
							.
							n-1

La determinazione dei coefficienti si ottiene confrontando a due a due l'elemento di valutazione di tutti i concorrenti assegnando un punteggio da 1 a 6 (scala semantica del confronto a coppie) nel seguente modo:

- 1= parità;
- 2= preferenza minima;
- 3= preferenza piccola;
- 4= preferenza media;
- 5 = preferenza grande;
- 6 = preferenza massima.

Nella tabella che segue si riporta, a titolo esemplificativo, una matrice con il confronto a coppie per il calcolo dei coefficienti relativi per esempio alla qualità del progetto.

Nella prima casella si confronta la qualità del progetto del concorrente (1) con quella del concorrente (2), nella casella all'incrocio tra la terza riga e la 4 colonna si confronta la qualità del progetto dei concorrenti (3) e (5), ecc.):

	(2)	(3)	(4)	(5)
(1)	(off. 1) 4	(off. 3) 2	(off. 1) 3	(off 1) (off 5)1
	(2)	(off 2) 5	(off 4) 4	(off 2) 3
		(3)	(off 3) 5	(off 3) 2
			(4)	(off 4) 6

Il numero tra parentesi tonde all'interno di ogni casella indica l'offerente che presenta la proposta preferita; il numero fuori parentesi indica invece il livello di preferenza utilizzando la scala semantica. Se nella casella si riportano in parentesi tonde i due concorrenti, ciò significa parità (1 =

parità).

Il punteggio totale ottenuto dal concorrente 1 è pari a 8 (4 + 3 + 1), quello del concorrente 2 è pari a 8 (5 + 3), quello del concorrente 3 è pari a 7 (5 + 2) e quello del concorrente 4 è pari a 10 (4 + 6).

All'offerente che ha assunto il punteggio migliore verrà assegnato il coefficiente uno e agli altri un punteggio ad esso proporzionale in base al punteggio ottenuto. I coefficienti definitivi si ottengono come media dei coefficienti di ciascun commissario. Poiché con la media effettuata quasi sicuramente nessun offerente otterrà il valore unitario, occorre effettuare la riparametrazione, che consiste nell'assegnare il coefficiente uno al concorrente che ha ottenuto il coefficiente medio più alto e ai rimanenti un coefficiente ad esso proporzionale.

- **Metodo 2**

Una volta effettuato il confronto a coppie come nel metodo precedente, anziché calcolare i coefficienti per ciascun commissario si sommano i punteggi attribuiti a ciascun offerente da tutti i commissari. All'offerente che ha assunto il punteggio migliore verrà assegnato il coefficiente uno e agli altri un punteggio ad esso proporzionale in base al punteggio totale ottenuto.

- **Metodo 3**

Il metodo consiste nel calcolare la media dei coefficienti, variabili tra zero ed uno, da parte dei singoli commissari mediante il "confronto a coppie", seguendo il criterio fondato sul calcolo dell'autovettore principale della matrice completa dei confronti a coppie;

Per applicare il metodo basato sull'autovettore principale, occorre in primo luogo costruire la matrice ottenuta dal confronto tra gli elementi, per poi poter successivamente calcolare l'autovalore principale.

A riguardo si segnala che il metodo dell'autovalore associato all'autovettore principale è nato con il metodo AHP che utilizza sin dall'origine la scala di Saaty. Il Regolamento non richiama la scala di Saaty ma si riferisce in modo generico alla matrice completa del "confronto a coppie" rinviando ad un allegato posto in calce, per l'utilizzo di detto confronto, che riporta la scala semantica che varia da uno a sei. Conseguentemente, sembrerebbe possibile utilizzare entrambe le scale per la determinazione dei coefficienti con il metodo dell'autovalore associato all'autovettore principale.

Il confronto a coppie di cui all'allegato G è stato già illustrato per i metodi 1 e 2. La costruzione della matrice completa richiede di aggiungere una ulteriore riga ed una ulteriore colonna alla matrice triangolare. Nella diagonale principale viene riportato il valore unitario in quanto

rappresenta il confronto dell'elemento dell'offerente i-esimo con se stesso (parità). In corrispondenza della riga i-esima con la colonna j-esima, si riporta il punteggio (da 1 a 6) se la preferenza è stata accordata all'offerente i-esimo ovvero l'inverso di detto punteggio se la preferenza è stata accordata all'offerente j-esimo. In corrispondenza della riga j-esima e della colonna i-esima verrà riportato il punteggio inverso.

Di seguito si illustra un esempio sulla modalità di costruzione di una matrice completa del confronto a coppie utilizzando la scala di Saaty.

La scala semantica di Saaty, i cui parametri numerici stabiliscono il grado di preferenza di un'offerta rispetto all'altra, è di seguito riportata.

Scala dei valori per il confronto a coppie nel Metodo AHP

Preferenza/importanza	Definizione
1	Parità
3	Preferenza media
5	Preferenza elevata
7	Preferenza molto elevata
9	Preferenza massima

I valori 2, 4, 6 e 8 si possono utilizzare come valori intermedi. I valori 1,1, 1,2, 1,3 ecc. per rappresentare offerte molto vicine.

Il confronto a coppie tra gli elementi delle diverse soluzioni prospettate dai concorrenti, utilizzando la scala di Saaty, consente di determinare i coefficienti della matrice. A questo punto, si procede al calcolo dell'autovalore principale.

Questo metodo è utilizzabile dalla Stazione Appaltante in sede di gara, ossia a valle, per il confronto tra i diversi elementi oppure a monte della gara per individuare la ponderazione degli elementi oggetto di valutazione nei casi di cui al comma 3 dell'art. 83 del D.lgs 163/06. Il metodo si può rilevare utile nelle procedure di cui al comma 16 dell'art. 153 dello stesso D.lgs in quanto la Stazione Appaltante è tenuta ad indicare nell'avviso i criteri di valutazione mentre non è specificato che debba indicare anche la relativa ponderazione.

Ai fini della individuazione della graduatoria o della ponderazione dei diversi elementi, il confronto a coppie deve essere effettuato tra gli elementi oggetto di valutazione, considerati a due a due (prezzo *versus* qualità, prezzo *versus* estetica, qualità *versus* estetica, ecc.).

Nell'effettuare il confronto a coppie utilizzando la scala di Saaty si costruisce una matrice quadrata come quella sotto riportata (che si può ottenere anche mediante la costruzione di una matrice triangolare):

	(E1)	(E2)	(E3)	(E4)
(E1)	1	3	1/5	5
(E2)	1/3	1	5	3
(E3)	5	1/5	1	7
(E4)	1/5	1/3	1/7	1

Nella matrice le diciture (E1), (E2), (E3) e (E4) indicano:

- lo stesso elemento (Elemento offerente 1)) confrontato tra i diversi offerenti nel caso di valutazione a valle (confronto per esempio tra la qualità dell'offerta presentata dal concorrente 1 e la qualità dell'offerta presentata dal concorrente 2, ecc.);
- ciascun elemento confrontato con gli altri elementi nel caso in cui si proceda alla ponderazione a monte della gara (prezzo con qualità, qualità con estetica, prezzo con estetica, ecc.).

Nella diagonale principale gli elementi della matrice sono pari a 1 poiché il valore rappresenta il confronto del medesimo elemento di un concorrente e se stesso nel caso di valutazione a valle oppure il confronto di un elemento con se stesso nel caso di valutazione a monte della gara finalizzata alla ponderazione degli elementi.

I valori riportati nelle altre caselle provengono da differenti confronti, ad esempio nella casella posta all'incrocio tra la prima riga e la seconda colonna, nel caso di valutazione a valle, è riportato il valore scaturito dal confronto dell'elemento 1 tra l'offerente 1 e l'offerente 2 e se ne deduce che è stato preferito l'offerente 1 al quale è stato attribuito il punteggio di 3, quindi nella casella simmetrica (incrocio tra seconda riga e prima colonna) il valore riportato è pari ad 1/3, ossia l'inverso di 3.

Nel caso invece di valutazione a monte della gara, sempre nella casella posta all'incrocio tra la prima riga e la seconda colonna è riportato il valore scaturito dal confronto dell'elemento 1, ad esempio qualità, con l'elemento 2, ad esempio il prezzo e se ne deduce che è stato attribuito un punteggio di 3 al prezzo e, conseguentemente, un punteggio inverso pari ad 1/3 nella casella simmetrica (incrocio tra seconda riga e prima colonna).

Il medesimo percorso si segue per le altre caselle della matrice.

- Esempio di assegnazione del punteggio utilizzando il confronto a coppie

Si supponga di avere una commissione composta da tre commissari e si supponga di voler attribuire il punteggio ad un elemento di natura qualitativa (estetica per esempio).

Il Commissario 1 effettua le sue valutazioni ed assegna le seguenti preferenze:

(1)	(off. 1) 3	(off. 3) 2	(off. 1) 2	(off 1) (off 5)1
	(2)	(off 3) 5	(off 4) 4	(off 2) 5
		(3)	(off 3) 5	(off 4) 2
			(4)	(off 5) 5

Il Commissario 2 effettua le sue valutazioni ed assegna le seguenti preferenze:

(1)	(off. 1) 4	(off. 3) 2	(off. 1) 3	(off 1) 2
	(2)	(off 2) 5	(off 4) 4	(off 2) 3
		(3)	(off 3) 5	(off 3) 2
			(4)	(off 4) 6

Il Commissario 3 effettua le sue valutazioni ed assegna le seguenti preferenze:

(1)	(off. 1) 2	(off. 3) 5	(off. 1) 3	(off 1) (off 5)1
	(2)	(off 2) 5	(off 4) 4	(off 5) 3
		(3)	(off 4) 5	(off 3) 2
			(4)	(off 5) 6

Con il metodo 1 del regolamento i coefficienti V_i sono i seguenti:

$$V_1=0,77; V_2=0,66; V_3=1; V_4=0,92; V_5=0,58.$$

Con il metodo 2 del regolamento i coefficienti V_i sono i seguenti:

$$V_1=0,75; V_2=0,64; V_3=1; V_4=0,89; V_5=0,57.$$

Con il metodo 3 del regolamento i coefficienti V_i sono i seguenti:

$$V_1=0,99; V_2=0,59; V_3=1; V_4=0,70; V_5=0,80.$$

Moltiplicando poi questi coefficienti per la ponderazione dell'elemento di valutazione stabilito nel bando di gara, si ottiene il punteggio conseguito da ogni concorrente relativamente a quell'elemento di valutazione. Come si può facilmente desumere dall'esempio sopra riportato, la matrice del confronto a coppie, contenendo anche elementi non numerici (stringa: off. 1, off. 2, ecc.), non può essere direttamente automatizzata con i fogli di calcolo standard ai fini dell'individuazione dei coefficienti. Occorre quindi individuare un meccanismo per superare tale limite e poter quindi calcolare automaticamente le preferenze attribuite a ciascun offerente.

Ciò può essere ottenuto aggiungendo nella matrice triangolare le caselle mancanti e una prima colonna, inserendo il valore "0" nella diagonale principale e procedendo ad attribuire nuovamente i punteggi a ciascuno dei quattro concorrenti, tenendo presente che ogni riga corrisponde ad un concorrente.

Per esempio, dalla prima matrice triangolare su riportata si otterrà la seguente matrice quadrata, composta da 5 righe e 5 colonne.

	Concorrente 1	Concorrente 2	Concorrente 3	Concorrente 4	Concorrente 5
Concorrente 1	0	3,00	0	2,00	1,00
Concorrente 2	0	0	0	0	5,00
Concorrente 3	2,00	5,00	0	5,00	0
Concorrente 4	0	4,00	0	0	0
Concorrente 5	1,00	0	2,00	5,00	0

Nella costruzione della nuova matrice tramite la trasposizione in essa dei valori assegnati nella matrice triangolare, nella casella corrispondente all'incrocio tra la prima riga e la seconda colonna viene riportato il valore derivante dal confronto tra il concorrente 1 ed il concorrente 2 e poiché è stato preferito il concorrente 1 al quale è stato attribuito il punteggio di 3, in quella casella verrà riportato il valore 3 ed in quella simmetrica (incrocio tra seconda riga e prima colonna) il valore "0".

Allo stesso modo, procedendo per la casella corrispondente all'incrocio tra la prima riga e la terza colonna viene riportato il valore derivante dal confronto tra il concorrente 1 e il concorrente 3 e poiché è stato preferito il concorrente 3 al quale è stato attribuito il punteggio

di 2, in quella casella verrà ripotato il valore "0" ed in quella simmetrica (incrocio tra terza riga e prima colonna) il valore 2.

Tale procedimento viene adottato per la costruzione dell'intera matrice.

Il punteggio ottenuto da ciascun concorrente è la somma di ciascuna riga della matrice.

- Calcolo dell'autovalore principale

Il terzo metodo indicato dal Regolamento consiste nel calcolo dei coefficienti mediante il calcolo dell'autovettore principale. Nell'esempio che segue si consideri A la matrice completa ottenuta dal confronto a coppie ed I la matrice identità, gli autovalori si ottengono ponendo a zero il seguente determinante:

$$Det (A - \lambda I) = 0$$

L'equazione nell'incognita λ che si ottiene ponendo a zero il determinate è di grado n , essendo n l'ordine della matrice completa (del confronto a coppie). Il più grande degli autovalori consente di calcolare l'autovettore principale risolvendo il seguente sistema lineare ponendo una delle incognite (x_n , per esempio) uguale a 1:

$$(A - \lambda_{max} I) * x = 0$$

La determinazione degli autovalori risulta complicato all'aumentare della dimensione della matrice, ovvero del numero di elementi oggetto di valutazione o delle offerte da valutare, se non si utilizza un apposito programma di calcolo. Esistono tuttavia dei metodi approssimati che consentono di calcolare un valore prossimo dell'autovalore massimo. Di seguito se ne riporta uno di essi.

Data la matrice

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Si calcolano i seguenti elementi:

$$x_i = \sqrt[n]{(a_{i1} * a_{i2} * \dots * a_{in})} ; \text{ Prodotto degli elementi di ciascuna riga della matrice;}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} ; \text{ somma degli elementi di ciascuna colonna della matrice;}$$

$$S = \sum_{i=1}^n x_i ; y_i = \frac{x_i * T_i}{S}$$

Il valore approssimato dell'autovalore massimo è dato dalla somma dei componenti y_i

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n y_i$$

La ponderazione si ottiene dalla seguente formula (non occorre calcolare l'autovettore):