



Ufficio Speciale per la Ricostruzione  
L'Aquila

**L'Aquila 4 aprile 2013**

Gent.mo Ing. Paolo De Santis  
Presidente Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di L'Aquila  
Via G.Saragat,3  
Loc. Campo di Pile  
67100 L'Aquila

p.c. Assessore alla Ricostruzione  
Comune di L'Aquila  
Via Avezzano  
67100 – L'Aquila

**Oggetto:** Comunicazione del 25 marzo 2013 dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila al dott. Paolo Aielli in relazione alla presenza di criticità rilevate nella scheda parametrica pubblicata sul sito Internet dell'Ufficio Speciale per la Ricostruzione dell'Aquila. Chiarimenti.

In riferimento Sua comunicazione in data 25 marzo 2013 si trasmette, in allegato, il presente documento che sarà pubblicato sul sito internet di USRA.

Si rimane a disposizione ad un incontro per ulteriori Vs segnalazioni, approfondimenti e chiarimenti in merito alla problematica.

Cordiali Saluti

Il Responsabile dell'USRA  
*Paolo Aielli*

## Allegato

### **Ordine ingegneri di L'Aquila – 25 marzo 2012 - ordingaq@gmail.com**

Comunicazione del 25 marzo 2013 dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila al dott. Paolo Aielli in relazione a presunte criticità della scheda parametrica pubblicata sul sito Internet dell'Ufficio Speciale per la Ricostruzione dell'Aquila. Chiarimenti.

Con riferimento a quanto illustrato nella comunicazione citata in oggetto si fa presente che:

- Da un'attenta lettura della scheda parametrica si rileva che la data del rilascio è chiaramente indicata nel foglio "Intestazione";
- Considerato che la scheda parametrica attualmente in uso è stata adeguatamente testata e non è stata rilevata alcuna anomalia di funzionamento, essa costituisce il riferimento valido per il calcolo dell'indice di danno globale la cui procedura viene di seguito descritta;
- Le osservazioni rappresentate dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila a firma del presidente ing. Paolo De Santis fanno riferimento ad un'incoerenza presente negli esempi di calcolo riportati negli allegati alle istruzioni facilmente rilevabile. E' bene evidenziare che la procedura indicata nelle istruzioni, volta ad esplicitare il funzionamento della scheda, è puntuale e permette un uso corretto della scheda stessa. Si fa inoltre presente che è possibile avere qualunque tipo di chiarimento inviando apposita comunicazione all'indirizzo di posta elettronica [sisma2009.aquila@gmail.com](mailto:sisma2009.aquila@gmail.com) (servizio messo a disposizione dei tecnici coinvolti nei processi di ricostruzione);
- In base alle indicazioni presenti nella comunicazione del 25 marzo 2013 dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila indicata in oggetto, si rileva un uso improprio della scheda parametrica evidenziando che tutte le indicazioni esplicitate nel presente documento sono valide soltanto per un uso proprio di schede conformi a quella pubblicata sul sito Internet dell'U.S.R.A.

## Calcolo dell'indice di danno globale D

Il valore dell'indice di danno globale D è calcolato come:

$$D := \frac{P_{tot}}{P_{rif}}$$

dove

$P_{tot}$  è l'indice di danno globale valutato per il danneggiamento rilevato;

$P_{rif}$  è l'indice  $P_{tot}$  valutato per un danneggiamento di riferimento dato dalle condizioni di danno gravissimo su tutte le componenti strutturali.

Dividendo  $P_{tot}$  per  $P_{rif}$  si ottiene quindi una normalizzazione del danno globale al valore unitario: il coefficiente D avrà valore pari a 0 se non sarà riscontrato alcun danno, pari a 1 in caso di crollo totale. Il livello di danno globale secondo la scala EMS98 sarà quindi calcolato secondo la seguente tabella.

**Tabella 1: Tabella di conversione danno EMS98 - indice del danno D calcolato nella scheda parametrica.**

livello di danno globale D	Danno EMS98 globale del fabbricato
0	D0
>0 e ≤ 0,2	D1
>0,2 e ≤ 0,4	D2
>0,4 e ≤ 0,6	D3
>0,6 e ≤ 0,8	D4
>0,8	D5

L'indice  $P_{tot}$  ha origine dalla valutazione sintetica del danno prevista nella scheda AeDES e tiene conto, per ogni componente strutturale (strutture verticali, solai, scale, copertura e tamponature-tramezzi), della gravità dello stesso e della sua estensione.

$$P_{tot} := \sum_{i=1}^5 \left[ R_i \sum_j (E_j P_j) \right]$$

dove

$i$  fa riferimento alle componenti strutturali;

$R_i$  rappresenta il peso che hanno le componenti strutturali;

$P_j$  è un punteggio proporzionale al livello di danno;

$E_j$  rappresenta l'estensione del danno  $P_j$ ;

$j$  è una variabile contatore che fa riferimento alle colonne della matrice di danno-estensione del danno presente nella scheda AeDES.

Il parametro rappresentativo dei pesi  $R_i$  è stato valutato in funzione dei costi medi di riparazione delle diverse componenti strutturali sia per le strutture in muratura che per quelle in calcestruzzo armato.

**Tabella 2: Valore dei pesi dei componenti strutturali utilizzati per le strutture in muratura ed in calcestruzzo armato.**

Strutture verticali	0.65
Solai	0.2
Scale	0.025
Copertura	0.1
Tamponature e tram.	0.025

Strutture verticali	0.5
Solai	0.1
Scale	0.05
Copertura	0.05
Tamponature e tram.	0.3

Il parametro  $P_j$  viene determinato in funzione degli intervalli di danneggiamento stabiliti dalla scheda AeDES che sono:

- il livello di danno gravissimo D4-D5,
- il livello di danno medio grave D2-D3,
- il livello di danno lieve D1,
- il livello di danno nullo D0.

Attribuendo un valore unitario al livello D5, gli altri sono definiti come sintetizzato nella seguente Tabella 3.

**Tabella 3: Tabella di attribuzione dei valori numerici ai livelli di danno della scala EMS98 utilizzata nella scheda AeDES.**

livello di danno EMS98	D0	D1	D2	D3	D4	D5
punteggio attribuito	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

Il valore numerico  $P_j$ , dovendo rappresentare i livelli di danno indicati nella scheda AeDES, è valutato come valor medio dei punteggi indicati in Tabella 3.

**Tabella 4: Valore della variabile rappresentativa del punteggio  $P_j$ . I punteggi vengono assegnati come il valor medio dei livelli di danno assegnati.**

danno	punteggio	commento
gravissimo (D4-D5)	0.9	media fra 0.8 e 1.0
medio (D2-D3)	0.5	media tra 0.4 e 0.6
lieve (D1)	0.1	pari a 0.2
nullo (D0)	0.0	pari a 0

In maniera dal tutto analoga si calcola il valore  $E_j$  che rappresenta l'estensione del danno e viene calcolato come la media dei valori minimo e massimo delle estensioni indicate nella scheda AeDES (vedere Tabella 5).

**Tabella 5: Valore della variabile rappresentativa dell'estensione  $E_j$ . Ad ogni classe di estensione viene associato il suo valor medio.**

estensione	punteggio medio ( $E_j$ )	commento
0 - 1/3	1/6	media fra 0 e 1/3
1/3 - 2/3	3/6	media tra 1/3 e 2/3
2/3 - 1	5/6	media tra 2/3 e 1

## ESEMPIO DI CALCOLO

Con riferimento all'esempio contenuto nelle istruzioni, si illustra il calcolo eseguito dalla scheda parametrica (versione v0.371) a disposizione dei tecnici incaricati per la redazione dei progetti esecutivi. Facendo riferimento allo stato di danneggiamento illustrato nella Tabella 6 si calcola il punteggio P<sub>tot</sub> sulla base di quanto illustrato nel paragrafo precedente.

$$P_{tot} := \sum_{i=1}^5 \left[ R_i \sum_j (E_j P_j) \right]$$

**Tabella 6: Quadro sintetico del danno.**

livello - estensione  Comp. Strutturale danno prees.		DANNO										
		D4-D5 gravissimo			D2-D3 medio-grave			D1 leggero			Nullo	
		> 2/3	1/3-2/3	< 1/3	> 2/3	1/3-2/3	< 1/3	> 2/3	1/3-2/3	< 1/3		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		L
1	Strutture verticali				X							
2	Solai			X								
3	Scale						X					
4	Copertura	X										
5	Tamponature e tramezzi					X						

Nella seguente Tabella 7 viene illustrato il calcolo del punteggio P<sub>tot</sub> ed in Tabella 8 si calcola il punteggio di riferimento del P<sub>tot</sub> necessario per la normalizzazione ad 1 dell'indice numerico del danno D.

**Tabella 7: Calcolo dei punteggi valutati per il livello di danneggiamento indicato nella Tabella 6 (nel presente calcolo i valori numerici sono arrotondati alla terza cifra decimale).**

R <sub>i</sub>	E <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>	R <sub>i</sub> x E <sub>j</sub> x P <sub>j</sub>	commento
0.650	0.833	0.5	0.271	danno strutture verticali
0.200	0.167	0.9	0.030	danno solai
0.025	0.167	0.5	0.002	danno scale
0.100	0.833	0.9	0.075	danno copertura
0.025	0.500	0.5	0.006	danno tamponatura e tramezzi
P <sub>tot</sub>			0.384	danno globale non normalizzato

**Tabella 8: Calcolo dei punteggi valutati per il livello di danneggiamento di riferimento (nel presente calcolo i valori numerici sono arrotondati alla terza cifra decimale).**

R <sub>i</sub>	E <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>	R <sub>i</sub> x E <sub>j</sub> x P <sub>j</sub>	commento
0.650	0.833	0.9	0.488	danno strutture verticali
0.200	0.833	0.9	0.150	danno solai
0.025	0.833	0.9	0.019	danno scale
0.100	0.833	0.9	0.075	danno copertura
0.025	0.833	0.9	0.019	danno tamponatura e tramezzi
Prif			0.750	danno globale di riferimento

L'indice di danno quindi vale 0.384 che, in seguito alla normalizzazione al valore unitario, assume il valore 0.384/0.750 = 0.512 che corrisponde al livello di danno D3, come correttamente calcolato dalla scheda parametrica.