

COME CALCOLARE H'_T , U_{media} E U_{bonus} CON EUREKA

di

* Giorgio Galbusera

Per agevolare il calcolo dei parametri H'_T , U_m e U_{bonus} , abbiamo sviluppato il software EUREKA. Si tratta di un software incluso nella suite ANIT dedicata ai Soci, ma disponibile per tutti dalla pagina www.anit.it/eureka per un test gratuito di 30 giorni. Riportiamo di seguito alcuni estratti del manuale per presentare il software e commentarne l'utilizzo.

Il calcolo di H'_T , U_m e U_{bonus}

Il calcolo di questi parametri prevede l'aggregazione di informazioni geometriche e termotecniche degli elementi disperdenti delle strutture di interesse. I criteri di aggregazione di questi dati variano a seconda del parametro da considerare, della tipologia di intervento e dei soggetti giuridici coinvolti.

Il coefficiente H'_T si calcola come rapporto tra il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro $H_{tr,adj}$ e la sommatoria delle superfici dei componenti opachi e trasparenti costituenti l'intervento A_k .

$$H'_T = \frac{\Sigma(U_{op}A_{op}) + \Sigma(U_wA_w) + \Sigma(\Psi L p\%)}{\Sigma(A_{op}) + \Sigma(A_w)}$$

La trasmittanza termica media delle strutture opache U_m è valutata come media pesata delle stratigrafie e dei ponti termici incidenti.

$$U_m = \frac{\Sigma(U_{op}A_{op}) + \Sigma(\Psi L p\%)}{\Sigma(A_{op})}$$

La trasmittanza termica da verificare per l'accesso alle detrazioni è valutata considerando solo le stratigrafie coinvolte e senza conteggiare il contributo dei ponti termici.

$$U_{bonus} = \frac{\Sigma(U_{op}A_{op})}{\Sigma(A_{op})}$$

Su come calcolare i suddetti parametri, il legislatore è intervenuto più volte con FAQ di chiarimento. Di seguito riportiamo il testo delle indicazioni ad oggi disponibili, corredate da alcuni schemi esplicativi (di nostra produzione).

Verifica di H'_T per nuova costruzione e ristrutturazioni importanti di 1° livello

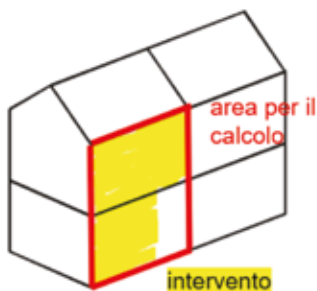
FAQ 6 di ottobre 2015: per edifici di nuova costruzione o ristrutturazione importante di 1° livello la verifica del coefficiente H'_T si effettua per unità immobiliare.

Verifica di H'_T per ristrutturazioni importanti di 2° livello

FAQ 2.15 di agosto 2016: per le ristrutturazioni importanti di 2° livello la verifica del coefficiente H'_T si effettua per tutta la superficie di uguale orientamento interessata, completamente o per una porzione, da lavori. Nel caso di strutture verticali si considera oggetto di verifica l'intera parete (facciata). Nel caso di strutture di copertura orizzontali o inclinate si considera oggetto di verifica l'intera falda o porzione di tetto.



Nel caso in cui la superficie di uguale orientamento fosse comune a più unità immobiliari (pareti esterne continue tra piani e unità adiacenti o unica falda per unità adiacenti), la verifica dovrà riguardare solo la porzione relativa all'unità nella quale si sta effettuando l'intervento.



Verifica H'_T e soggetti giuridici

FAQ 3.1 di dicembre 2018: “È necessario considerare sia le parti opache sia le parti trasparenti costituenti l'involucro dell'elemento oggetto di intervento nel solo caso in cui entrambe siano di proprietà del medesimo soggetto giuridico; qualora le parti opache appartengano a un soggetto giuridico diverso da quello a cui appartengono le parti trasparenti, la verifica dell' H'_T deve essere eseguita solo sulla parte su cui si interviene. L'approccio suddetto vale anche nel caso di sostituzione dei soli componenti trasparenti, per la quale si ricade nella ristrutturazione importante di secondo livello.”.

Verifica U_m per stessa tipologia

La verifica di U_m può essere realizzata su più strutture: secondo la FAQ 3.16 di dicembre 2018 la verifica della trasmittanza media va condotta per tutte le strutture della stessa tipologia (strutture opache verticali, strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, strutture opache orizzontali di pavimento) indipendentemente dall'orientamento, dallo spessore e dalla stratigrafia delle diverse porzioni.

Verifica U_{bonus}

Secondo il Decreto 6/8/2020, Allegato E il calcolo

della trasmittanza delle strutture opache non include il contributo dei ponti termici. Il valore medio è determinato dividendo la somma dei prodotti delle singole trasmittanze termiche per la loro superficie d'influenza, per la superficie complessiva dell'intervento (ENEA, FAQ.8 di ottobre 2020).

Presentazione di EUREKA

EUREKA è il software della suite ANIT per il calcolo del coefficiente H'_T , della trasmittanza termica media U_m e della trasmittanza U_{bonus} .

Il software è uno strumento di aggregazione delle informazioni relative agli elementi opachi, agli elementi trasparenti e ai ponti termici per la verifica dei suddetti parametri.

Le logiche di aggregazione proposte seguono:

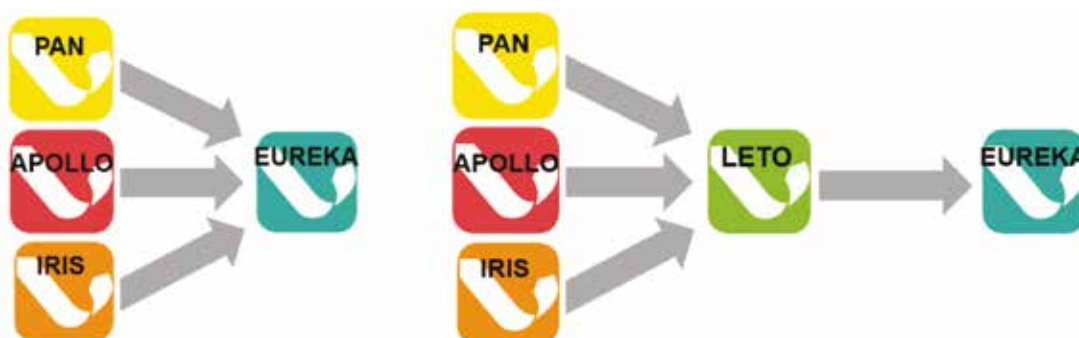
- dal punto di vista termotecnico quanto desumibile dalla norma UNI/TS 11300-1 in merito alla valutazione delle dispersioni dell'involucro edilizio;
- dal punto di vista legislativo le indicazioni fornite per la verifica dei requisiti minimi (DM 26/6/2015 e relative FAQ) e per l'accesso alle detrazioni.

EUREKA può essere utilizzato in coordinamento con gli altri software della suite ANIT.

In particolare, la descrizione degli elementi d'involucro può essere facilitata tramite una condivisione delle informazioni tecniche con i software:

- PAN per le strutture opache (pareti, solai, coperture, pavimenti);
- APOLLO per le strutture trasparenti (finestre, portefinestre, chiusure tecniche);
- IRIS per i ponti termici (analizzati agli elementi finiti).

L'ultima versione permette inoltre, tramite importazione diretta, di inserire informazioni già elaborate anche sul software LETO.



La compilazione di EUREKA

La compilazione del software è guidata dal menu sempre disponibile a lato delle schermate. L'obiettivo è raccogliere le informazioni di base necessarie al calcolo e agevolare l'aggregazione di dati per la verifica dei tre parametri $H'_{T,p}$, U_m e U_{bonus} precedentemente commentati.

Si parte quindi dall'inserimento delle informazioni climatiche, dalla descrizione del tipo di intervento e dalla predisposizione delle informazioni su stratigrafie, ponti termici e serramenti.

Dopodiché si esegue una prima aggregazione di dati per creare le "strutture", ovvero gli elementi che compongono le parti di involucro oggetto di intervento (ad esempio la "facciata sud", la "facciata est" e la "copertura" con i relativi ponti termici, serramenti e stratigrafie oggetto di riqualificazione). Successivamente si esegue un raggruppamento delle strutture finalizzato alla verifica di $H'_{T,p}$, U_m oppure U_{bonus} .

Dal momento che le logiche di calcolo previste dal legislatore sono differenti per i tre parametri, è necessario eseguire un'aggregazione dedicata per ciascuna verifica.

EUREKA quindi consente di raccogliere in modo ordinato le informazioni e gestire un "raggruppamento" per analizzare separatamente o meno (di-

pende dal caso in esame) i valori di $H'_{T,p}$, U_m e U_{bonus} . Alla fine di tutto EUREKA consente di visualizzare e stampare la relazione di calcolo delle singole strutture o dell'intero progetto (i risultati delle verifiche sono visualizzati in modo sintetico nella schermata).

È possibile infine ottenere in formato editabile (.rtf) l'Allegato 2 della relazione tecnica di cui al comma 1 dell'articolo 8 del Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici. Per $H'_{T,p}$, infatti, la FAQ ministeriale 2.15/2016 segnala che per le ristrutturazioni importanti di 2° livello "la verifica va effettuata per tutta la superficie di uguale orientamento interessata, completamente o per una porzione, da lavori" (e non per unità immobiliare).

Esso contiene tutte le informazioni generali della struttura analizzata, i fattori tipologici dell'edificio, i dati climatici della località e i principali risultati di calcolo. La relazione, sulla base del modello ex-Legge 10, presenta inoltre riferimenti di tipo legislativo, dati relativi agli impianti termici e elementi specifici che motivano eventuali deroghe. Risultano editabili nonché obbligatori anche una serie di documentazioni da inserire in allegato, di seguito è riportata un'anteprima delle prime pagine del documento.

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192. ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello.
Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici

EDIFICIO ESISTENTE: INDIRIZZO

RELAZIONE EX-LEGGE 10

Studio eseguito da:

Ragione sociale Indirizzo
P. IVA e C. F. 00000600900

Luogo, data

Committenza
Committente

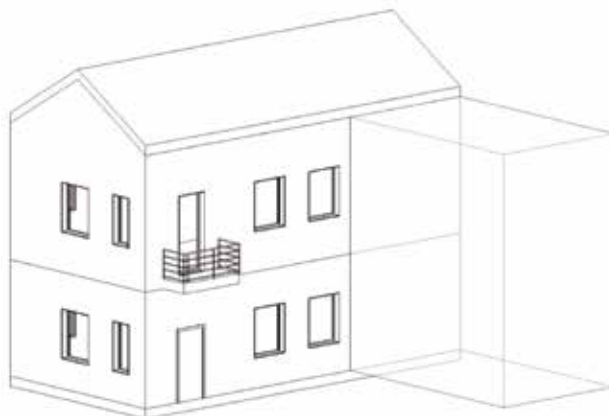
INDICE

0. PREMESSA	3
Riferimenti legislativi	3
Definizione dell'ambito di applicazione	3
Verifica della trasmittanza termica U	4
Verifica igrotermica delle strutture opache	4
Verifica del coefficiente medio globale di scambio termico $H'_{T,p}$	5
Verifica della schematura solare dei componenti trasparenti	6
Controllo estivo della copertura	6
Obblighi alla termoregolazione	6
Note rilevanti	6
1. INFORMAZIONI GENERALI	7
2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO	8
3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ	8
4. DATI TECNICI DELL'EDIFICIO	9
Climatizzazione invernale	9
Climatizzazione estiva	9
Informazioni generali e prescrizioni	10
5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI TERMICI	11
5.1 Impianti termici	11
5.1 Impianti fotovoltaici	13
5.2 Impianti solari termici	13
5.3 Impianti di illuminazione	13
5.3 Altri impianti	13
6. PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO	14
a) Involucro edilizio e ricambi d'aria	14
b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione	17
c) Impianti solari termici per la produzione dell'acqua calda sanitaria	17
d) Impianti fotovoltaici	17
e) Consumi energia	17
e) Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza	17
7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE	17
8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)	18
9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA	18
Allegato 1 - Tavole termotecniche	19
Allegato 2 - Strutture opache	23
Allegato 3 - Ponti termici	42
Allegato 4 - Serramenti	105
Allegato 5 - Verifica di U e $H'_{T,p}$	112
Allegato 6 - Raccomandazioni su materiali isolanti e posa	127
Allegato 7 - Raccomandazioni corretta gestione unità immobiliari per rischio muffa	129

Un esempio di calcolo con EUREKA

Lo scopo è esemplificare le logiche del software per la creazione di uno scenario tipo.

Per il caso mostrato si è ipotizzato il clima esterno di Roma e un clima interno tipico di un edificio residenziale, supponendo come tipologia di intervento una ristrutturazione di 2° livello (data inizio lavori 1° gennaio 2021).



1. Si definiscono gli elementi disperdenti (opachi, trasparenti e ponti termici). In questo caso, i valori sono stati impostati manualmente (e con l'ausilio

dei software PAN, APOLLO e IRIS) ma ricordiamo che è anche possibile importare direttamente un file .Ieto.

Elementi opachi Elementi trasparenti Ponti termici

	Tipologia	Descrizione	Trasmittanza ante operan [W/m²K]	Trasmittanza [W/m²K] (U _p)	Trasmittanza periodica [W/m²K] (Y _{ie})	Assenza di muffa superficiale	Assenza di condensa interstiziale	
1	Parete verticale	Muro esterno	1.03	0.21	0.01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elimina
2	Parete verticale	Muro esterno verso altro edifi...	1.03	0.21	0.01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elimina
3	Parete verticale	Partizione interna	1.79	1.79	1.52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elimina
4	Solaio pavimento	Solaio interpiano	1.66	1.66	0.41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elimina
5	Solaio copertura	Copertura	1.48	0.22	0.04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elimina

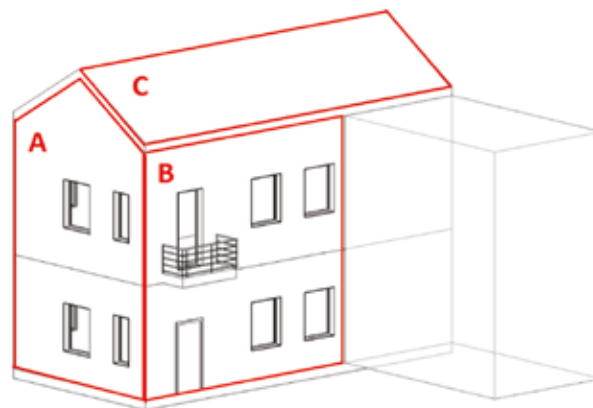
Elementi opachi Elementi trasparenti Ponti termici

	Descrizione	Trasmittanza [W/m²K] (U _w)	Area [m²] (A _w)	g _{gl,n}	g _{gl,sh}	
1	Finestra 1	1.20	1.8	0.00	0.00	Elimina
2	Finestra 2	1.30	1.05	0.00	0.00	Elimina
3	Finestra 3	1.30	2.4	0.00	0.00	Elimina

Elementi opachi Elementi trasparenti Ponti termici

	Descrizione	Trasmitt. lineica [W/mK] (U _{pt_int})	Trasmitt. lineica [W/mK] (U _{pt_ext})	Ponte termico relativo a serramento	
1	PT_1	0.10	-0.04	<input type="checkbox"/>	Elimina
2	PT_2	-0.11	0.03	<input type="checkbox"/>	Elimina
3	PT_3	0.25	0.04	<input type="checkbox"/>	Elimina
4	PT_4	0.46	0.27	<input type="checkbox"/>	Elimina
5	PT_5	0.40	-0.02	<input type="checkbox"/>	Elimina
6	PT_6	-0.03	0.39	<input type="checkbox"/>	Elimina
7	PT_7	0.16	0.04	<input type="checkbox"/>	Elimina
8	PT_8	0.05	0.01	<input type="checkbox"/>	Elimina
9	PT_9	0.30	0.18	<input type="checkbox"/>	Elimina
10	PT_10	0.54	0.42	<input type="checkbox"/>	Elimina
11	PT_11	0.80	0.76	<input type="checkbox"/>	Elimina
12	PT_12	0.56	0.34	<input type="checkbox"/>	Elimina
13	PT Spalla	0.17	0.17	<input checked="" type="checkbox"/>	Elimina
14	PT Davanzale	0.17	0.17	<input checked="" type="checkbox"/>	Elimina
15	PT Cassonetto	0.08	-0.74	<input checked="" type="checkbox"/>	Elimina

2. In Elenco strutture, cliccando su “Aggiungi” si creano le aree di cui si vuole effettuare il calcolo. In questo caso, si è interessati a due facciate (A e B in figura), di cui una non completa perché l'intervento non interessa l'intera superficie, e alla copertura (C).



Facciata A

Orientamento: Parete Copertura Pavimento Isolamento dall'interno e in intercapedine

Struttura verso: Esterno Ambiente non riscaldato Terrano

Descrizione: Facciata A

Elementi opachi

Aggiungi	Descrizione	Trasmissione (W/m ² K)	Area (m ²)	H (W/K)				
D 1	Muro esterno	0.21	43.00	9.03	Modifica	Duplica	Elimina	

Result

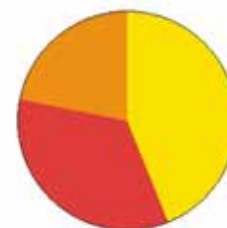
	Area (m ²)	H (W/K)	U di progetto	U reale
H.T	40.70	20.58	0.47	0.680
Ua	43.00	13.57	0.313	0.320
Ubonus_op	43.00	9.03	0.210	0.260

Elementi trasparenti

Aggiungi	Descrizione	Trasmissione (W/m ² K)	Verifica requisiti norme	Accesso all'isolamento facciata	Area (m ²)	Numero	H (W/K)			
D 1	Finestra 1	1.20	✓	✓	1.80	2	4.32	Modifica	Duplica	Elimina
2	Finestra 2	1.30	✓	✓	1.05	2	2.73	Modifica	Duplica	Elimina

Coefficiente di trasmissione

- Strutture opache: 0.03 W/K (43.9%)
- Strutture trasparenti: 1.58 W/K (34.3%)
- Porti termici: 4.90 W/K (21.3%)



Coefficiente di trasmissione totale: 20.58 W/K

Porti termici

Escludi porti termici separati da Ut

Aggiungi	Descrizione	Trasmissione lineica (W/mK)	Lunghezza (m)	Percentuale	H (W/K)			
1	PT Spalla	0.17	12.00	100	2.04	Modifica	Duplica	Elimina
2	PT Davanzale	0.17	7.60	100	1.29	Modifica	Duplica	Elimina
3	PT_1	-0.04	15.20	50	-0.28	Modifica	Duplica	Elimina
4	PT_3	0.04	15.20	100	0.54	Modifica	Duplica	Elimina
5	PT 5	0.17	4.70	100	0.11	Modifica	Duplica	Elimina

Facciata B

Orientamento: Parete Copertura Pavimento Isolamento dall'interno e in intercapedine

Struttura verso: Esterno Ambiente non riscaldato Terrano

Descrizione: Facciata B

Elementi opachi

Aggiungi	Descrizione	Trasmissione (W/m ² K)	Area (m ²)	H (W/K)			
D 1	Muro esterno	0.21	48.40	10.16	Modifica	Duplica	Elimina

Result

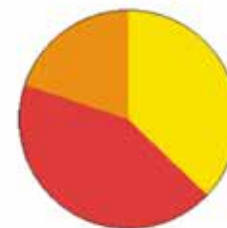
	Area (m ²)	H (W/K)	U di progetto	U reale
H.T	56.00	27.35	0.47	0.680
Ua	48.40	15.55	0.320	0.320
Ubonus_op	48.40	10.16	0.210	0.260

Elementi trasparenti

Aggiungi	Descrizione	Trasmissione (W/m ² K)	Verifica requisiti norme	Accesso all'isolamento facciata	Area (m ²)	Numero	H (W/K)			
D 1	Finestra 1	1.20	✓	✓	1.80	4	0.54	Modifica	Duplica	Elimina
2	Finestra 3	1.30	✓	✓	2.40	1	3.12	Modifica	Duplica	Elimina

Coefficiente di trasmissione

- Strutture opache: 10.16 W/K (37.2%)
- Strutture trasparenti: 11.36 W/K (43.0%)
- Porti termici: 5.43 W/K (19.8%)



Coefficiente di trasmissione totale: 27.35 W/K

Copertura C

Orientamento: Facciata Copertura Pavimento Isolamento dall'interno o in intercapedine Direzione: Copertura C

Struttura verso: Esterno Ambiente non riscaldata Terreno

Elementi opachi

Aggiungi	Descrizione	Trasparenza (W/m²K)	Area (m²)	H (W/K)			
1	Copertura	0.22	44.00	9.68	Modifica	Duplica	Elimina

Elementi trasparenti

Aggiungi	Descrizione	Trasparenza (W/m²K)	Verifica requisiti norme	Accesso detentori locali	Area (m²)	Numero	H (W/K)			

Ponti termici

Escludi ponti termici sotterranei da U_m

Aggiungi	Descrizione	Trasparenza lineica (W/mK)	Lunghezza (m)	Percentuale	H (W/K)			
1	PT_8	0.01	12.00	100	0.15	Modifica	Duplica	Elimina
2	PT_12	0.34	3.00	100	1.03	Modifica	Duplica	Elimina

Risultati

	Area (m²)	H (W/K)	U _m (W/m²K)	U _{libonus_op} (W/m²K)
HT	44.00	10.80	0.247	0.680
U _m	44.00	10.80	0.247	0.260
U _{libonus_op}	44.00	9.68	0.220	0.220

Coefficienti di trasmissione

- Strutture opache: 3.68 W/K (99.1%)
- Strutture trasparenti: 1.00 W/K (0.0%)
- Ponti termici: 1.38 W/K (10.9%)

Coefficiente di trasmissione totale: 10.80 W/K

Come si può notare dalle precedenti immagini, H'_T , U_m e U_{bonus} sono sempre rispettate, fatta eccezione per la facciata B.

3. Essendo possibile calcolare l' U_m per tipologia, si è

ora interessati ad analizzare le facciate A e B in un unico gruppo di strutture. La sezione Raggruppamenti risulta quindi utile per unire i risultati ottenuti e controllare che i valori vengano effettivamente verificati in accordo con le disposizioni normative.

Aggiungi	Descrizione	HT (W/m²K)	Verifica HT	U _m (W/m²K)	Verifica U _m	U _{libonus_op} (W/m²K)	Verifica U _{libonus_op}				
1	Facciata A	0.423	✓	0.315	✓	0.210	✓	Modifica	Duplica	Elimina	Visualizza
2	Facciata B	0.472	✓	0.322	✗	0.210	✓	Modifica	Duplica	Elimina	Visualizza
3	Copertura C	0.247	✓	0.247	✓	0.220	✓	Modifica	Duplica	Elimina	Visualizza
4	Gruppo 1 (A+B)	0.449	✓	0.319	✓	0.210	✓	Modifica	Duplica	Elimina	Visualizza

Dalla tabella sopra riportata, si può notare come il valore di H'_T sia verificato per ogni orientamento e il risultato di U_m sia conforme per ogni tipologia costruttiva (strutture opache verticali e inclinate di copertura).

* Giorgio Galbusera,
Staff Tecnico ANIT.

4. È possibile stampare e editare la relazione finale.

Per maggiori informazioni sul software:
www.anit.it/eureka