AC Engineering

Home Done Solution

IL SISTEMA COSTRUTTIVO

15|03|2017

AC Engineering S.p.A.
Via Toniolo 39/A – 61032 Fano (PU) – Italy - P.I.: 02368570418 – REA: PS 175929
T: +39 0721 855778 – info@homedone.it – www.homedone.com

Sommario

Il Sistema costruttivo HOME DONE 3
Caratteristiche meccaniche del EPS 3
EN 13163 - Annex B (normative) 4
EN 14933 - Annex C (normative) – Product classification 4
EN 14933 - Annex E (informative) – Additional properties 5
EUMEPS Background information on standardization of EPS – EPS White Book 15/10/14 5
Caratteristiche meccaniche dell'acciaio per i connettori: S235JR 9
Caratteristiche meccaniche del filo di acciaio zincato (diametro =3mm) 9
Calcolo delle resistenze teoriche dei pannelli secondo la norma ACI-318 10
Resistenza a flessione 10
Resistenza a compressione 10
Resistenza a presso-flessione nel piano della parete 10
Resistenza a taglio 11
Riepilogo delle resistenze dei pannelli Home Done 12
Studio delle deformazioni dei moduli abitativi 13
I- Modulo Abitativo 31mq 14
II- Modulo Abitativo 42mq 14
III- Modulo Abitativo 58mq 15
IV- Modulo Abitativo 64mq – 2 piani 16
V- Edificio Multipiano- 3 piani 17
VI- Casa Mobile 18
Isolamento Termico e Acustico 19
Resistenza al fuoco 19
CONCLUSIONI 20

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Il Sistema costruttivo HOME DONE

Il pannello Home Done rappresenta una rivoluzione per l'edilizia e può essere pensato come una parete armata che garantisce le stesse prestazioni meccaniche di una struttura in cemento armato; presenta una ***struttura in EPS armato***, materiale composito di cui fanno parte una struttura in filo d'acciaio galvanizzato, ad alta resistenza, elettrosaldato tridimensionalmente inglobato nella sinterizzazione di EPS ad alta densità.

Leggerezza, maneggevolezza e trasportabilità sono assicurate dal peso ridotto del pannello: un metro quadrato di pannello Home Done ha un peso specifico infinitamente minore rispetto all'equivalente in cemento armato.

PANNELLO HOME DONE	**Peso al mq del pannello**
10cm	8,68 kg/mq
12cm	9,58 kg/mq
14cm	10,53 kg/mq
16cm	11,43 kg/mq
18cm	12,45 kg/mq
20cm	13,35 kg/mq

Caratteristiche meccaniche del EPS

L'EPS è un materiale che può essere considerato sostanzialmente omogeneo ed isotropo. Sottoposto a compressione, mostra un legame costitutivo di tipo elasto-plastico incrudente, con un comportamento elastico-lineare riscontrabile fino a circa il 2.5% di deformazione.

POLISTIRENE ESPANSO	***45 [kg/m³]***	***50 [kg/m³]***	***60 [kg/ m³]***	***75 [kg/ m³]***
Modulo di Young	15 [MPa]	18 [MPa]	19 [MPa]	28 [MPa]
R_{ck} *(ξ=10%)*	350 [kPa]	400 [kPa]	500 [kPa]	600 [kPa]
f'_{ck} *(ϒ=1,25)*	280 [kPa]	320 [kPa]	400 [kPa]	480 [kPa]
Modulo di Taglio	13 [MPa]	14,6 [MPa]	17,8 [MPa]	22,6 [MPa]
R_k *flessione*	545 [kPa]	619 [kPa]	768 [kPa]	990 [kPa]
Snervamento (75% Rk)	409 [kPa]	464 [kPa]	576 [kPa]	743 [kPa]
R_k *trazione*	558 [kPa]	628 [kPa]	768 [kPa]	978 [kPa]
R_k *taglio*	272 [kPa]	309 [kPa]	383 [kPa]	494 [kPa]

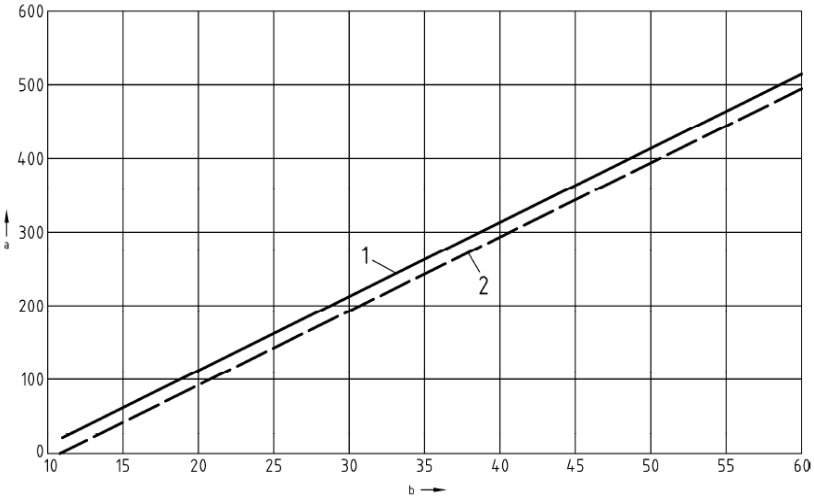
Valori estrapolati da normativa europea e da relazioni sperimentali AIPE-EUMEPS.

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

EN 13163 - Annex B (normative)

If indirect testing is used the correlation between the directly tested and the indirect property shall be known and the approach shall be calculated on a one sided 90 % tolerance interval.

NOTE In this context compressive stress by 10 % deformation and thermal conductivity may be evaluated indirectly using the apparent density and its established mathematical correlation to these properties. For the relationship between compressive stress at 10 % deformation and apparent density and thermal conductivity and apparent density there is a large amount of data collected in Europe. The curves in Figures B.1 and B.2 have been calculated on this European data to which every manufacturer may refer. If a manufacturer wants to use his own data, he should calculate and record the approach for a prediction interval, 1 – α, of 90 %.



a : Compressive stress б10 [kPa]
b : Apparent density ρa [kg/m3]
1 Compressive stress
2 Predicted compressive stress

Figure B.1 — Relationship between compressive stress at 10 % deformation and apparent density for indirect testing; 1 – α = 0,90; n = 495

Regression for ρa 11 kg/m3:

$б_{10,\,mean}$[kPa] = 10,0 [kPa·m^3/kg] x ρ_a – 81,0 [kPa] (B.1)

$б_{10,\,mean}$[kPa] = 10,0 [kPa·m^3/kg] x ρ_a – 109,1 [kPa] (B.2)

EN 14933 - Annex C (normative) – Product classification

EPS-Products are divided into types as shown in Table C.1. Each type shall satisfy two different conditions at the same time in order to ensure adequate product performance.

Type	Compressive stress at 10 % deformation kPa	Bending strength kPa
EPS 40	40	60
EPS 50	50	75
EPS 60	60	100
EPS 70	70	115
EPS 80	80	125
EPS 90	90	135
EPS 100	100	150
EPS 120	120	170
EPS 150	150	200
EPS 200	200	250
EPS 250	250	350
EPS 300	300	450

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

EPS 350	350	525
EPS 400	400	600
EPS 450	450	675
EPS 500	500	750

Table C.1 — Classification of EPS products

EN 14933 - Annex E (informative) – Additional properties

E.3 Determination of shear strength

A correlation between bending strength and the shear strength,τ, is given in Table D.1. The shear strength should otherwise be determined in accordance with EN 12090, Thermal insulating products for building applications – Determination of shear behaviour. For details see Table E.2

Bending strength σ_B requirement kPa	Shear strength τ correlation kPa
50	25
75	35
100	50
115	55
125	60
135	65
150	75
170	85
200	100
250	125
350	170
450	225
525	260
600	300
675	335
750	375

Table E.1 — Correlation between bending strength and shear strength

EUMEPS Background information on standardization of EPS – EPS White Book 15/10/14

3.7 Bending strength

Since bending strength is much easier to determine than tensile or flexural strength it is used for quality control concerning the fusion of the EPS material. For a well fused product bending strength depends on the density as shown in Figure 4.

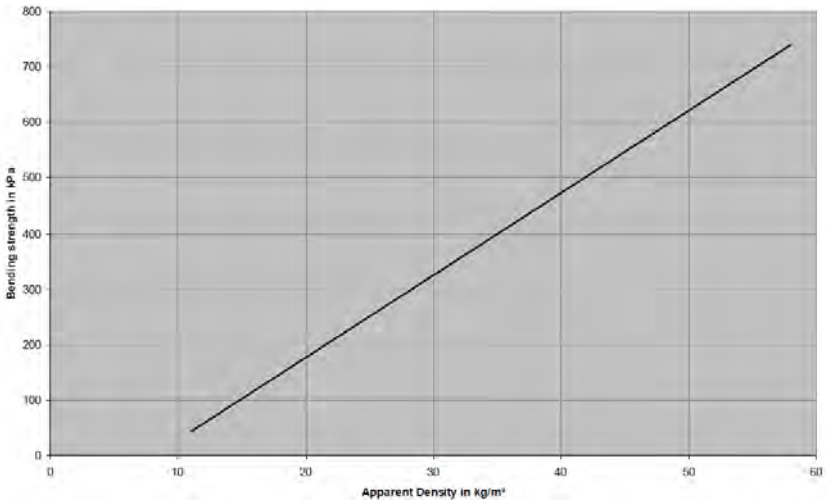


Figure 4: Correlation between bending strength and density.

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

To calculate the bending strength from density, use the equation below.

σ_b [kPa] = 14,84 ρ_a -122,6 [kPa]

In Annex C of EN 13163 a link between compressive stress and bending strength is given for classification purpose. The figures in Table C.1 do not reflect the real correlation between these properties. The bending strength values in that table represent the minimum requirement for a well fused product. The average bending strength corresponding to compressive stress at 10 % deformation is significant higher than those values given in Annex C, table C.1 of EN 13163.

Different values of bending strength at different temperatures were measured by Zehendner (*Zehendner, Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften von Schaumkunststoffen im Bereich von –180 °C bis +70 °C*) and given in Table 5.

Material	Density	Bending strength at different temperatures in kPa			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	160	220	150	130
	23	290	300	330	290
EPS block moulded, flame retarded	14	200	200	170	130
	22	370	330	280	230
EPS, moulded board	40	690	670	510	300

Table 5: Bending strength at different temperatures.

3.8 Tensile strength perpendicular to faces

When EPS is subjected to bond stress (caused by the intrinsic weight or wind suction) the tensile strength becomes relevant. For well fused EPS products a relationship between tensile strength and density can be shown, see Figure 5.

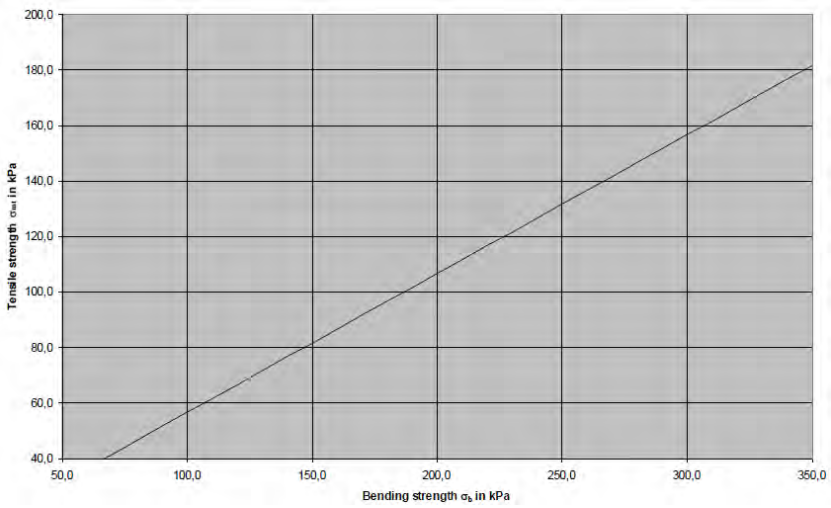


Figure 5: Relationship between tensile strength perpendicular to faces and density for well fused products.

σ_{mt} [kPa]= 14,00 ρ - 72,5 [kPa]

Different values of tensile strength at different temperatures were measured by Zehendner (*Zehendner, Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften von Schaumkunststoffen im Bereich von –180 °C bis +70 °C*) and given in Table 6.

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Material	Density	Tensile strength at different temperatures in kPa			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	190	120	120	80
	24	330	400	370	250
EPS block moulded, flame retarded	14	190	190	190	130
	23	320	320	300	210
EPS, moulded board	40	720	790	550	270

Table 6: Tensile strength at different reference temperatures.

3.11 Shear behavior

The shear behavior may be useful in cases where EPS is laminated and where EPS contributes to the mechanical performance of the element. The shear strength of EPS depends on the quality of fusion and on the density. For well fused products the correlation between shear strength and density is given in Correlation between shear strength and density.

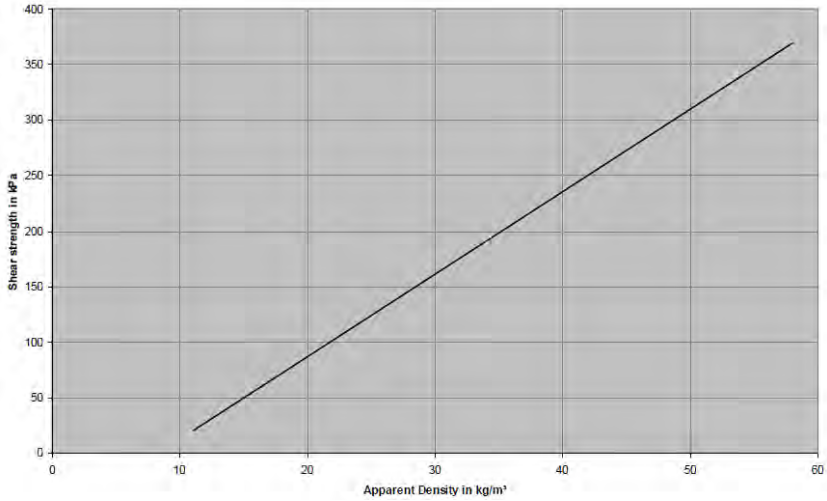


Figure 13: Correlation between shear strength and density.

τ [kPa] = 7,43ρ_a – 62,8 [kPa]

Different values of shear strength at different temperatures were measured by Zehendner (*Zehendner, Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften von Schaumkunststoffen im Bereich von –180 °C bis +70 °C*) and given in Table 7.

Material	Density	Shear strength at different temperatures in kPa	
		20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	550 – 1.000	280 – 410
	23	770 – 1.100	560 – 850
EPS block moulded, flame retarded	14	820 – 1.300	350 – 380
	22	670 – 1.300	530 – 750
EPS, moulded board	40	1.300 – 1.500	1.000 –1.100

In literature (*Erkennbare und verläßliche Qualität – europaweit, Güteschutzgemeinschaft Hartschaum e. V., Celle*) a relationship between shear strength and bending strength is given:

τ [kPa] = 6,7 [kPa] + 0,5 σ_b

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

3.14 Product properties of EPS and Eurocodes

When in accordance with EN 826 the compression strength is determined, the linear – elasticity limit (or proportionality limit) will be reached at 1 – 1,5 % deformation. For compression strength, as defined in EN 826, a value at 10% deformation is commonly used. This 10 characteristics is used as product classification. When tested according to EN 826, the speed of compression is approximately 10 % of the thickness of the sample per minute. This initially linear-elastic deformation is used to determine the tangent modulus Et [kPa]. Figure 20 shows the stress/strain relation for the rest of the section of the test.

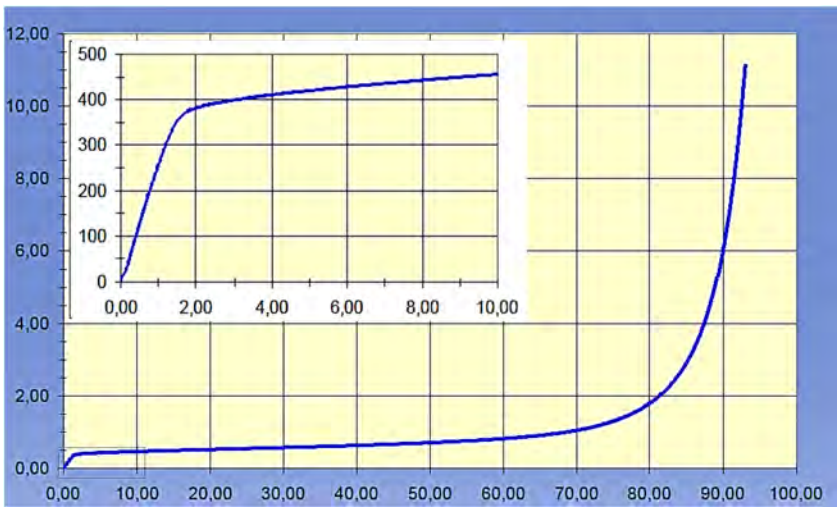


Figure 20 – Stress [MPa] / Deformation [%] curve of EPS

The yield is approximately 75 % of the compressive stress, at all types of EPS. The requirement on short term compressive strength, determined at 10 % deformation, is declared in the CE mark.
For the design values is considered ϒm=1,25 based on a variance of 8% in the production.

3.14.4 Modulus of elasticity

Assuming that EPS in CEA applications will have a maximum deformation of 1%, the relation of the short term tangent modulus applies, as given in Figure 24.

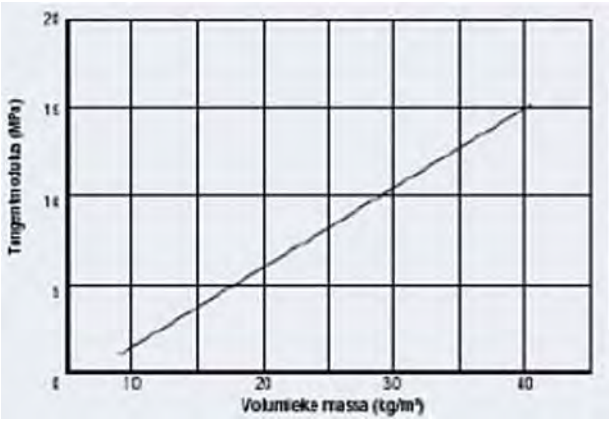


Figure 24 - Short term tangent modulus

In formula: $E_t = 0.45\ \rho - 3$ [MPa]

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

3.17 Resistance to impact

The system must be tested according to EN 13497. Two levels can be declared:
Level I 2 (no damages at 2 [J]) and I 10 (no damages at 10 [J]).

3.18 Resistance to penetration

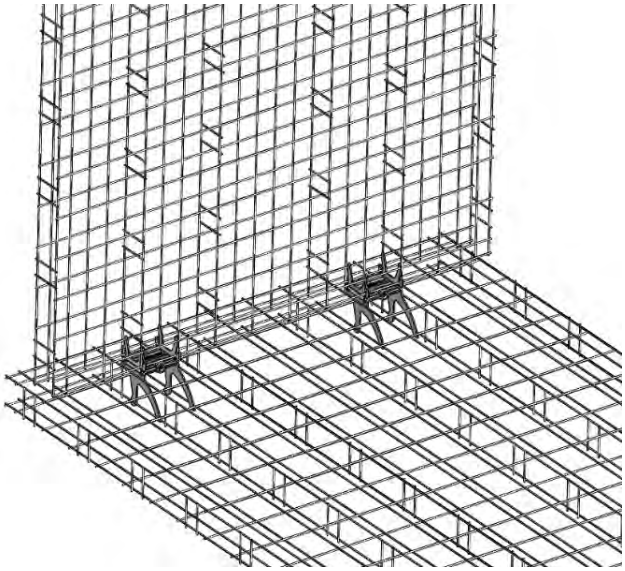
The system must be tested according to EN 13498. Two levels can be declared:
Level PE 200 (> 200 [N]) and PE 500 (> 500 [N]).

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio per i connettori: S235JR

Caratteristiche meccaniche (secondo norma EN 10277-2)					
Spessore [mm]	*Laminato + pelato rullato (+SH)*		*Trafilato a freddo (+C)*		
	Durezza HB	*R_m [MPa]*	*$R_{p0,2\ min}$ [Mpa]*	*R_m [MPa]*	*A_5 % min*
≥5 ≤10	-	-	355	da 470 a 840	8
>10 ≤16	-	-	300	da 420 a 770	9
>16 ≤40	da 102 a 140	da 360 a 510	260	da 390 a 730	10
>40 ≤63	da 102 a 140	da 360 a 510	235	da 380 a 670	11
>63 ≤100	da 102 a 140	da 360 a 510	215	da 360 a 640	11

Caratteristiche meccaniche del filo di acciaio zincato (diametro =3mm)

Densità	7,87 [kg/dm^3]
Modulo Elastico	200000 [MPa]
Tensione di snervamento	> 600 [MPa]
Resistenza a trazione	700 - 850 [MPa]
Saldabilità (C equivalente)	< 0,4
Temperatura di Fusione	1450 – 1550 [K]
Coeff. dilatazione termica	1,2 * 10 $^{-5}$ [K^{-1}]
Conduttività termica	36 – 54 [W/mK]
Resistività elettrica	0,18 [Ωmm^2/m]
Resistenza a fatica	180 – 490 [MPa]



Particolare delle reti tridimensionali Home Done in filo di acciaio galvanizzato, e dei connettori di collegamento tra il pannello solaio ed il pannello parete.

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Calcolo delle resistenze teoriche dei pannelli secondo la norma ACI-318

Resistenza a flessione

$$\phi M_n = M_u = \phi A_{s(\inf)} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Pannello:	**EPS**	**100**	
$A_{s(inf)}$ =	0,707	cm²	
e_{EPS} =	10	cm	
d =	8,4	cm	
f_y =	6000	daN/cm²	(Resistenza a snervamento dell'acciaio)
Ø =	0,73		(fattore di riduzione)
ØMₙ = Mᵤ =	**260**	**daNm**	

Resistenza a compressione

$$\Phi P_n = 0.55\, \Phi\, f'_c\, A_g \left[1 - \left(\frac{K\ l_c}{32\ t} \right)^2 \right]$$

Pannello:	**EPS**	**100**	
A_g =	1200	cm²	(Area di EPS)
t =	10	cm	(Spessore totale della parete)
k =	1		(Fattore di lunghezza effettiva)
lc =	260	cm	(Altezza della parete)
$f'poli$ =	2,8	daN/cm²	(Resistenza a compressione dell'EPS)
Ø =	0,65		
ØPₙ =	***408***	***daNm***	

Resistenza a presso-flessione nel piano della parete

$$\Phi M_n = \Phi \left[\left(0.5\, A_{st}\ f_y\ l_w \right) \left(1 + \frac{P_u}{A_{st}\ f_y} \right) + \left(1 - \frac{c}{l_w} \right) \right]$$

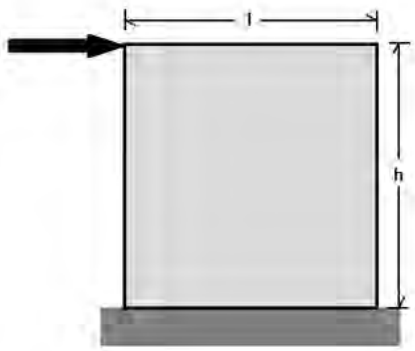
Pannello:	**EPS**	**100**	
t=	10	cm	(Spessore del pannello)
l_w =	120	cm	(Lunghezza della parete)
diam =	3	mm	(Diametro del filo d'acciaio)
A_v =	0,141	cm2	(Area di due barre orizzontali)
nr. Long. =	12		(Quantità di barre in direzione longitudinale)
A_{st} =	1,696	cm2	(Area totale delle barre verticali)

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

~~P_u =~~	~~0~~	~~daN~~	~~(Carico assiale di compressione)~~
f_y =	6000	daN/cm²	(Resistenza a snervamento dell'acciaio)
f'poli=	2,8	daN/cm²	(Resistenza a compressione dell'EPS)
w =	2,8274		
α =	0,0278		
β_1 =	0,85		(Coefficiente per lo stress block - ACI 10.2.7.1-3)
c/l_w =	0,4389		
ϕ =	0,73		(Fattore di riduzione)
ϕM_n =	**2503**	**daNm**	

- Il carico assiale di compressione è considerato nullo a favore di sicurezza.

Resistenza a taglio



$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\, b_w d$$

$$V_s = \frac{A_{vh}\, f_y\, d}{s_v}$$

		Pannello:	**EPS**	**100**
V_c =	Resistenza nominale a taglio dell'EPS	**V_c =**	**851,39**	**daN/cm²**
***f'poli* =**	Resistenza a compressione dell'EPS	***f'poli* =**	2,8	daN/cm²
l =	Lunghezza della parete	**l =**	120,00	cm
d =	0,8 * l	***d*** =	96,00	cm
b_W =	Spessore della parete	**b_W =**	10,00	cm
V_s =	Resistenza nominale a taglio dell'acciaio	***Vs* =**	**8143,01**	**daN/cm²**
***diam* =**	Diametro del filo d'acciaio	***diam* =**	3	mm
A_{vh} =	Area di due barre orizzontali	**A_v =**	0,14	cm²
S_v =	Passo tra le barre orizzontali	***s*** =	10,00	cm
f_{yt} =	Resistenza a snervamento dell'acciaio	**f_{yt} =**	6000	daN/cm²
Φ =	Fattore di riduzione	**Φ =**	0,73	
		ΦV_n =	***6566***	***daN***

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Riepilogo delle resistenze dei pannelli Home Done

Resistenza a flessione	***EPS 100***	***EPS 120***	***EPS 140***	***EPS 180***	***EPS 200***
45 - 60 - 75 kg/m^3	260 daNm	322 daNm	353 daNm	508 daNm	539 daNm
			Quattro reti	1016 daNm	1078 daNm

Secondo la norma ACI 318, nel calcolo della resistenza a flessione si considera solo la resistenza delle barre d'acciaio-> La resistenza a flessione non varia in base alla densità dell'EPS.

Resistenza a compressione	***EPS 100***	***EPS 120***	***EPS 140***	***EPS 180***	***EPS 200***
45 kg/m^3	408 daNm	781 daNm	1115 daNm	1722 daNm	2006 daNm
60 kg/m^3	583 daNm	1115 daNm	1593 daNm	2459 daNm	2866 daNm
75 kg/m^3	700 daNm	1338 daNm	1912 daNm	2951 daNm	3439 daNm

Secondo la norma ACI 318, nel calcolo della resistenza a compressione si considera solo la resistenza dell'EPS -> La resistenza a compressione non varia in base alla quantita di armatura.

Resistenza a pressoflessione	***EPS 100***	***EPS 120***	***EPS 140***	***EPS 180***	***EPS 200***
45 kg/m^3	2503 daNm	2550 daNm	2595 daNm	2679 daNm	2718 daNm
60 kg/m^3	2601 daNm	2661 daNm	2718 daNm	2820 daNm	2867 daNm
75 kg/m^3	2661 daNm	2728 daNm	2791 daNm	2820 daNm	2953 daNm
		Quattro reti	45 kg/m^3	4958 daNm	5007 daNm
			60 kg/m^3	5140 daNm	5203 daNm
			75 kg/m^3	5252 daNm	5323 daNm

Resistenza a taglio	***EPS 100***	***EPS 120***	***EPS 140***	***EPS 180***	***EPS 200***
45 kg/m^3	6566 daNm	6690 daNm	6815 daNm	7063 daNm	7187 daNm
60 kg/m^3	6687 daNm	6836 daNm	6984 daNm	7282 daNm	7430 daNm
75 kg/m^3	6758 daNm	6921 daNm	7084 daNm	7409 daNm	7572 daNm
		Quattro reti	45 kg/m^3	13008 daNm	13132 daNm
			60 kg/m^3	13226 daNm	13374 daNm
			75 kg/m^3	13354 daNm	13516 daNm

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Studio delle deformazioni dei moduli abitativi

Le buone resistenze dei panelli Home Done e le ottime caratteristiche dell'innovativo sistema costruttivo sono messe in evidenza attraverso lo studio delle deformazioni di alcuni moduli abitativi standard, applicando i carichi dettati dalla normativa vigente e dimostrando che le deformazioni ottenute sono esigue ed ampiamente accettabili.

Gli studi sono stati condotti basandosi sul Metodo ad Elementi Finiti (FEM).
I pannelli sono modellati come elementi bidimensionali "shell layered"; gli estremi dei pannelli sono totalmente svincolati l'uno dall'altro e lungo le facce di contatto si trovano le connessioni metalliche puntuali modellate come link rigidi.
I carichi applicati sono valutati secondo le relazioni fornite dagli Eurocodici e dalle NTC 2008.

- Carico permanente strutturale G1
- Carico permanente non strutturale G2= 100 kg/mq
- Carico accidentale solaio Q1= 200 kg/mq
- Carico accidentale copertura non praticabile Q2= 50 kg/mq
- Carico vento direzione x V1=150 kg/mq
- Carico vento direzione y V2=150 kg/mq
- Carico della neve al suolo S_k= 325 kg/mq

Il carico del vento viene moltiplicato per i coefficienti 0,8 o 0,4 rispettivamente per le pareti in pressione o in depressione.

Combinazione di carico allo stato limite ultimo (SLU):
1,3*G1 + 1,5*G2 + 1,5*Q + 1,5*0,6*V + 1,5*0,7*N

La visualizzazione della deformata di output, per agevolare l'individuazione dei punti critici, risulta amplificata di 20-30 volte, ma i valori delle deformazioni possono essere facilmente letti dalla scala cromatica affiancata, espressa in cm. (*)

Per quanto riguarda lo studio della risposta sismica, si esegue un'analisi sismica con spettro di risposta, definito in accordo alla normativa nazionale NTC2008, specificando le combinazioni modale e direzionale.

Combinazione sismica:

E + G1 + G2 + 0,3*Q

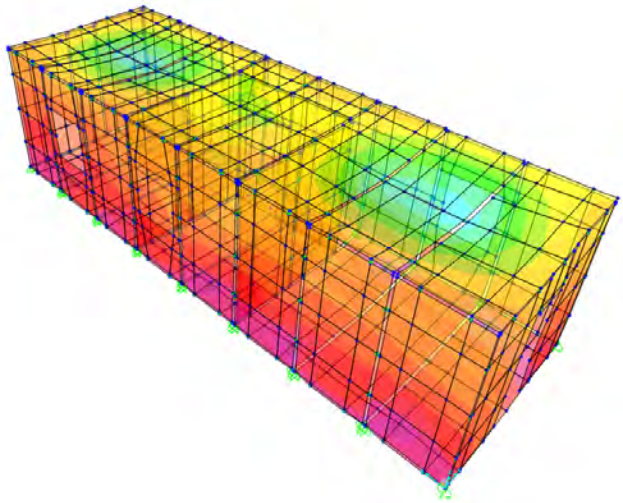
Gli effetti dell'azione sismica che si ottengono sono ridotti, grazie al basso peso specifico del sistema costruttivo.

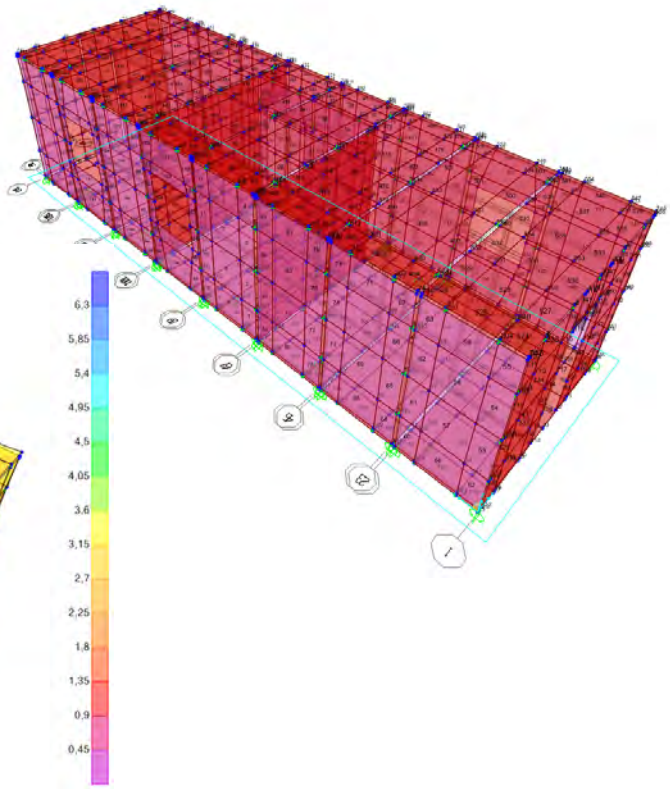
A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

I- Modulo Abitativo 31mq

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 10 cm
Solai 3,20m x 1,20m – spessore 12 cm

DEFORMATA COMB SLU (*)





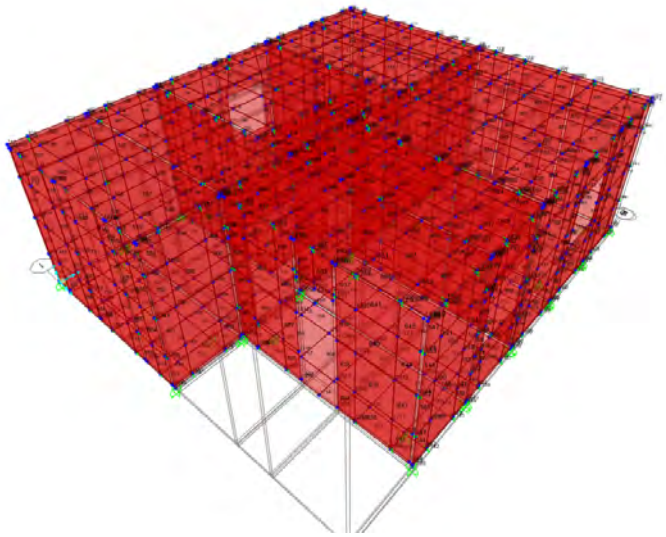
Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

	Permanente	*Accidentale*	*Vento dir.x*	*Neve*	*Comb. SLU*
31 mq	U_3= 0,168 cm	U_3= 1,12 cm	U_3= 3,08 cm	U_3= 3,48 cm	U_3= 4,61 cm

	Modale	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
31 mq	T_1=0,314 s T_2=0,248 s T_3=0,228 s	U_{max}= 1,96 cm	U_{max}= 1,05 cm	U_{max}= 2,24 cm	U_{max}= 1,68 cm

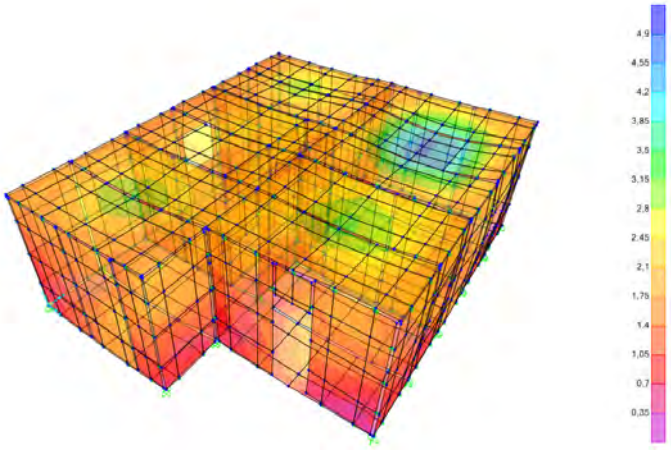
II- Modulo Abitativo 42mq

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 10 cm
Solai 3,20m x 1,20m –spessore 12 cm



A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

DEFORMATA COMB SLU (*)



Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

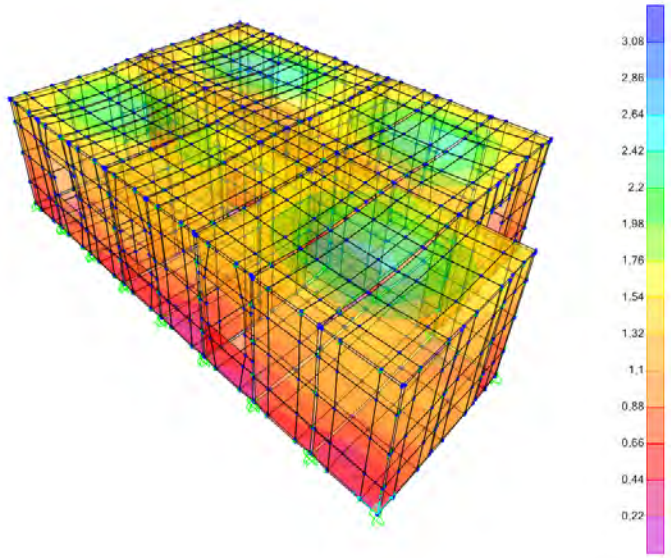
42 mq	*Permanente*	*Accidentale*	*Vento dir.y*	*Neve*	*Comb. SLU*
	U_3= 0,129 cm	U_3= 1,14 cm	U_3= 1,43 cm	U_3= 3,06 cm	U_3= 4,22 cm

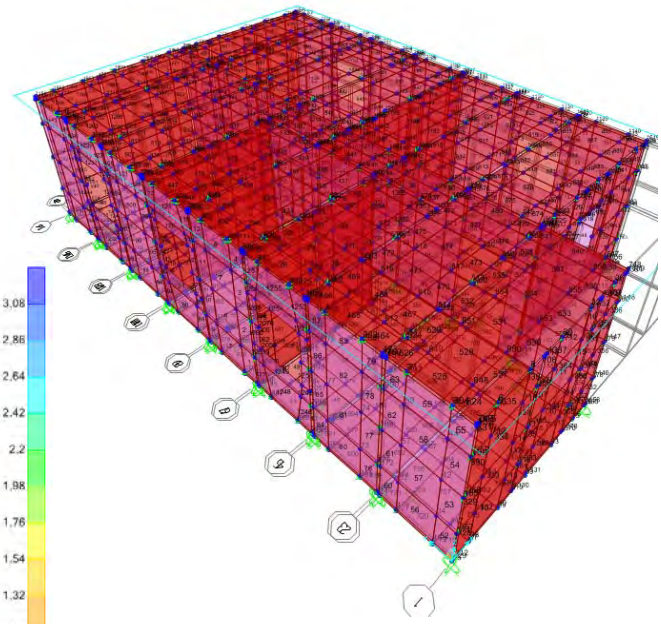
42 mq	*Modale*	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
	T_1=0,257 s T_2=0,248 s T_3=0,190 s	U_{max}= 1,12 cm	U_{max}= 1,19 cm	U_{max}= 1,47 cm	U_{max}= 1,52 cm

III- Modulo Abitativo 58mq

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 12 cm
Solai 3,20m x 1,20m – spessore 16 cm

DEFORMATA COMB SLU (*)





A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

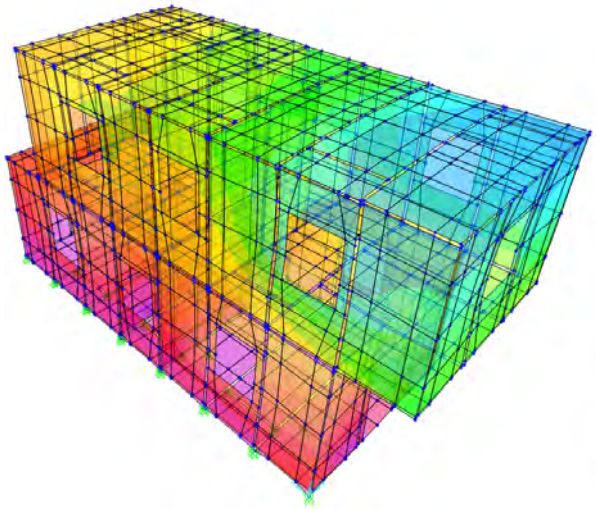
58 mq	*Permanente*	*Accidentale*	*Vento dir.x*	*Neve*	*Comb. SLU*
	U_3= 0,13 cm	U_3= 0,70 cm	U_3= 1,53 cm	U_3= 1,72 cm	U_3= 2,86 cm

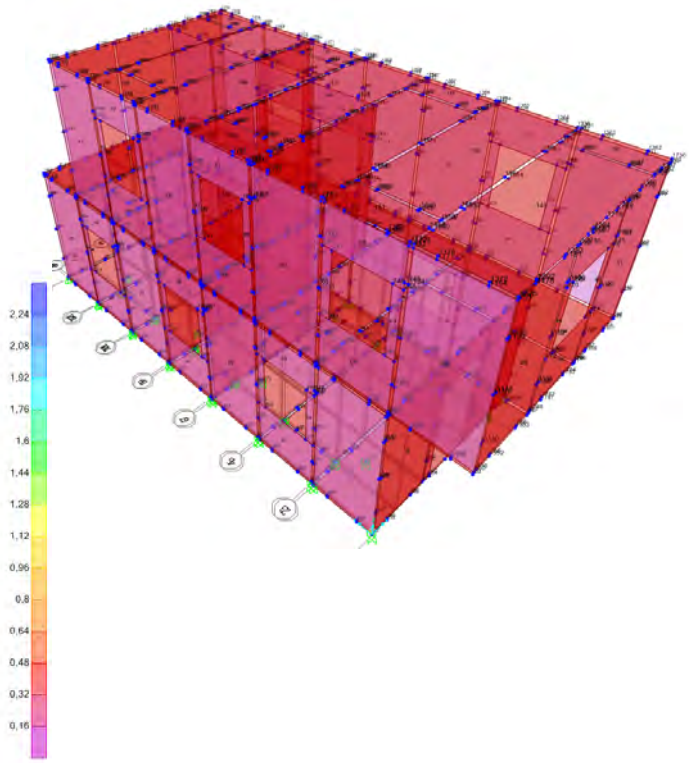
58 mq	*Modale*	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
	T_1=0,274 s T_2=0,256 s T_3=0,205 s	U_{max}= 1,29 cm	U_{max}= 1,11 cm	U_{max}= 1,63 cm	U_{max}= 1,53 cm

IV- Modulo Abitativo 64mq – 2 piani

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 12 cm
Solai 3,20m x 1,20m – spessore 18 cm

DEFORMATA COMB SLU (*)





Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

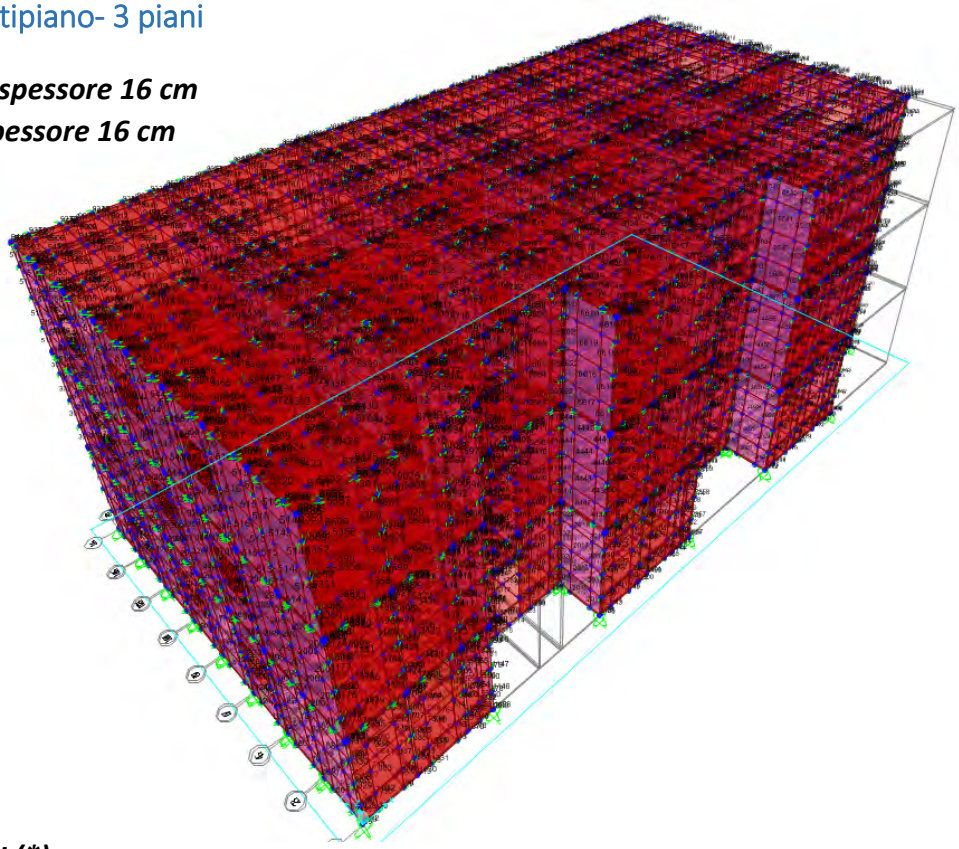
64 mq *2 piani*	*Permanente*	*Accidentale*	*Vento dir.x*	*Vento dir.Y*	*Comb. SLU*
	U_3= 0,10 cm	U_3= 0,49 cm	U_3= 2,31 cm	U_3= 0,62 cm	U_3= 4,61 cm

64 mq *2 piani*	*Modale*	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
	T_1=0,142 s T_2=0,100 s T_3=0,076 s	U_{max}= 1,43 cm	U_{max}= 0,82 cm	U_{max}= 1,86 cm	U_{max}= 0,85 cm

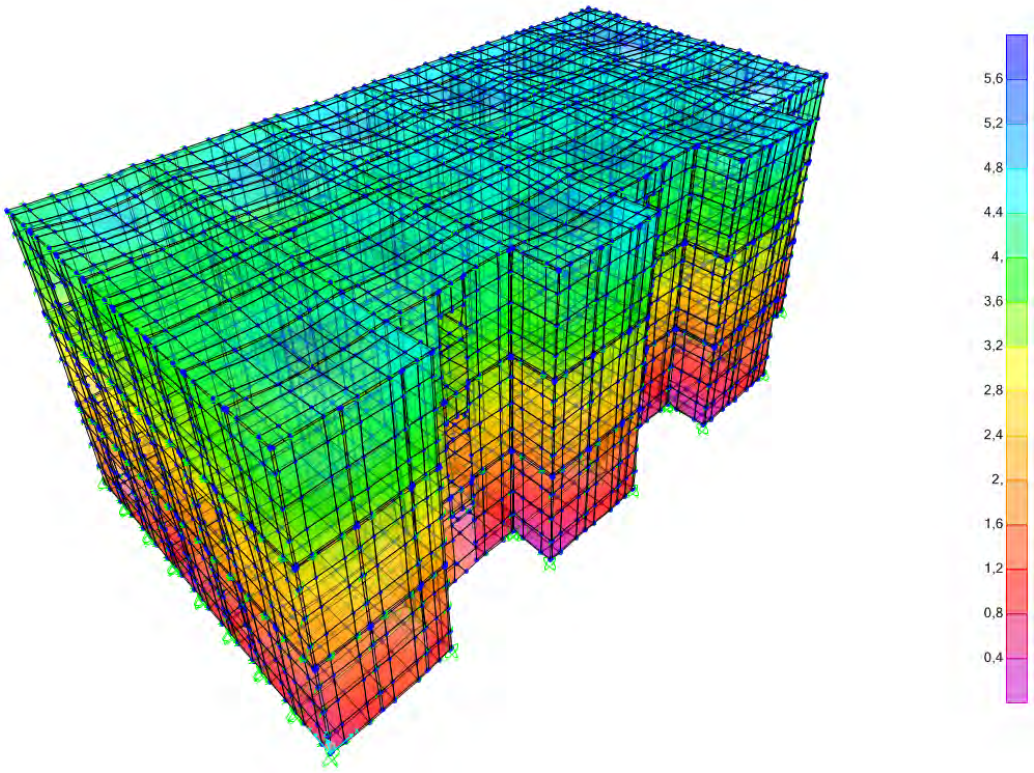
A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

V- Edificio Multipiano- 3 piani

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 16 cm
Solai 3,20m x 1,20m –spessore 16 cm



DEFORMATA COMB SLU (*)



A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

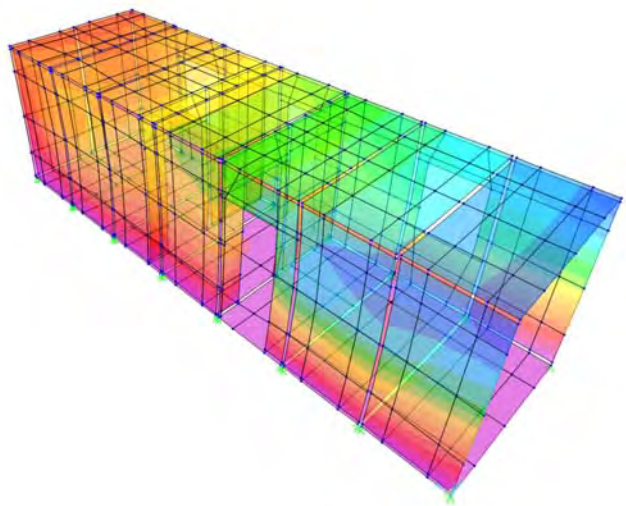
Edificio Multipiano 3 piani	*Permanente*	*Accidentale*	*Vento dir.x*	*Vento dir.Y*	*Comb. SLU*
	U_3= -0,24cm	U_3= -1,26cm	U_1= 2,38cm	U_2= 4,9cm	U_{max}= 5,6cm

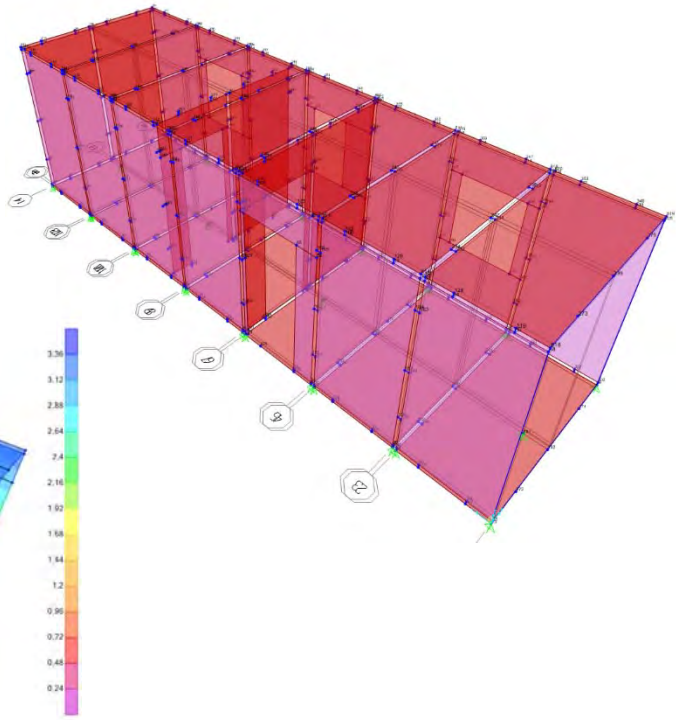
Edificio Multipiano 3 piani	*Modale*	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
	T_1=0,596 s T_2=0,540 s T_3=0,503 s	U_{max}= 0,11cm	U_{max}= 0,18cm	U_{max}= 1,12cm	U_{max}= 1,92cm

VI- Casa Mobile

Pareti 2,60m x 1,20m – spessore 10 cm
Solai 3,20m x 1,20m – spessore 12 cm

DEFORMATA COMB SLU (*)





Di seguito sono riportati i valori delle deformazioni ottenuti per i diversi casi di carico indicati.

Casa mobile	*Permanente*	*Accidentale*	*Vento dir.x*	*Vento dir.Y*	*Comb. SLU*
	U_3= 0,01 cm	U_3= 0,211 cm	U_3= 1,31 cm	U_3= 0,33 cm	U_3= 1,22 cm

Casa mobile	*Modale*	*Sisma X*	*Sisma Y*	*Comb. SismaX*	*Comb. SismaY*
	T_1=0,067 s T_2=0,040 s T_3=0,035 s	U_{max}= 0,248 cm	U_{max}= 0,095 cm	U_{max}= 0,261 cm	U_{max}= 0,119 cm

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

Isolamento Termico e Acustico

L'EPS ha una "***Durata Prestazionale***", ovvero mantiene le proprie caratteristiche fisico-meccaniche per una durata di almeno ***50 anni*** secondo norma di prodotto specifica. Tra le potenzialità di questo materiale si sottolineano le **ottime caratteristiche di isolamento termico** che soddisfano ampiamente i limiti di trasmittanza termica indicati dalla normativa italiana.

Seguendo l'appendice B.2.3 della norma UNI EN 13163 la conduttività termica λ_{mean} che si ottiene per il pannello Home Done di densità di ***45 [kg/m³]*** è pari a **λ_{mean} = 0,0315 [W/mK].**

Di conseguenza si ottengono i seguenti valori di **resistenza e trasmittanza termica** in funzione dello spessore del pannello:

Spessore [cm]	*10*	*12*	*16*	*18*	*20*
R [m² K/W]	3,17	3,81	5,08	5,71	6,35
U [W/m² K]	0,32	0,26	0,20	0,18	0,16

Anche l'***isolamento acustico*** rientra tra le ottime caratteristiche dei pannelli Home Done in EPS armato, grazie alla sua struttura cellulare omogenea che attenua la propagazione dell'onda sonora (l'EPS è composto per il 2% da una matrice polimerica e per il 98% da aria).

L'EPS è classificato T secondo la norma di prodotto armonizzata *UNI EN 13163:2003*, la quale caratterizza gli isolanti termici in polistirene espanso sinterizzato per edilizia e stabilisce i livelli di comprimibilità e di rigidità dinamica in base ai requisiti.

Tipo	*Comprimibilità*	*Rigidità dinamica*
EPS T	Livello CP preso da prospetto 12 della norma	Livello CP preso da prospetto 10 della norma

Classificazione delle proprietà acustiche dell'EPS.

Resistenza al fuoco

L'EPS nudo si colloca generalmente nelle classi E oppure D e superiori se rivestito (secondo EN 13501-1) grazie al suo comportamento ignifugo: se esposto a una piccola fiamma l'EPS si scioglie senza prendere fuoco. La fiamma può innescarsi solo dopo un lungo tempo di esposizione al fuoco stesso e se arrestiamo l'esposizione alla fiamma si arresta anche il fuoco innescato.

Un pannello in EPS inizia ad ammorbidirsi ed a diventare viscoso quando si raggiungono i 100°C, con temperature decisamente superiori inizia a fondersi fino a produrre gas quando si arriva ad una temperatura di circa 350°C. Raggiunti i 450-500°C, escludendo un'esposizione diretta alla fiamma, L'EPS inizia a decomporsi.

Studi biologici sulla tossicità dei gas espulsi da un elemento in EPS durante il fuoco dimostrano che l'unico effetto negativo prodotto, è l'emissione di monossido di carbonio, nulla di diverso dai materiali da costruzione tradizionali come ad esempio il legno. ***La combustione dell'EPS non produce diossina*** che quindi non si ritrova nei fumi prodotti durante un incendio.

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.

CONCLUSIONI

In questo documento viene brevemente presentato il sistema costruttivo Home Done, riportando le principali norme e riferimenti per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle resistenze dei pannelli.

Il sistema costruttivo Home Done presenta caratteristiche particolari che lo rendono ***adatto a resistere alle azioni sismiche***: dato che le forze sismiche che agiscono su una struttura sono direttamente proporzionali alla massa della struttura stessa, *le strutture realizzate con materiale leggero quale l'EPS hanno masse molto ridotte e sono interessate da forze sismiche di gran lunga minori*, subendo danni minimi anche a seguito di terremoti catastrofici, cosa difficile da ottenere in maniera economica con altri materiali e sistemi costruttivi.

Inoltre dato che *il sistema risulta nel complesso flessibile e deformabile*, in caso di sisma la struttura si deforma in campo elastico e recupera la deformazione subita al cessare della sollecitazione, senza il verificarsi di rotture.

Inoltre le analisi svolte riguardo le influenze che i fattori ambientali, come temperatura e umidità, e le sollecitazioni di lavoro hanno sulle caratteristiche dell'EPS mostrano che ***l'EPS può garantire per un periodo illimitato le prestazioni che gli vengono richieste***. Ciò è dimostrato da anni di esperienza applicativa su scala vastissima e da numerose verifiche delle caratteristiche, effettuate su EPS in opera da decenni.

Infine ***l'EPS, sottoposto ad urto, per le sue caratteristiche elastiche, è in grado di decelerare gradualmente la massa urtante, restituendo soltanto una frazione dell'energia d'urto***. *Per la sua tenacità esso si deforma sotto l'urto in modo elasto-plastico, senza sbriciolarsi e continuando la sua funzione anche dopo l'urto.*

A norma di legge, AC Engineering SPA si riserva la proprietà di questo documento. Divieto di riprodurre e divulgare senza autorizzazione.