

**"GUSCIO STRUTTURALE RETICOLARE E ALVEOLARE CONTINUO SPAZIALE"**

\* \* \* \* \*

CAMPO DI APPLICAZIONE

5 Forma oggetto del presente trovato un involucro spaziale continuo strutturale vivibile atto per essere utilizzato alla formazione di spazi abitativi sia di tipo residenziale che non residenziale sia di carattere permanente che mobile o semi permanente o nell'utilizzo di spazi già costituiti nello stesso elemento.

10 STATO DELLA TECNICA

E' nota allo stato della tecnica una trave reticolare, nei suoi elementi tecnologici compositi che nelle sue forme e configurazioni; così come sono noti gli elementi strutturali comprendenti una serie di unità tecnologiche disunite che  
15 nella loro composizione e giunzione vanno a formare un corpo unico strutturale abitabile, detto anche involucro edilizio.

L'involucro edilizio è costituito da tutte le unità tecnologiche ed elementi tecnici che morfologicamente e funzionalmente definiscono nelle tre direzioni, interagendo a  
20 sistema, il limite tra l'ambiente interno (insieme di *elementi spaziali* e *unità ambientali* che devono garantire il soddisfacimento delle *esigenze dell'utenza*) e l'ambiente esterno (contesto ambientale, condizioni al contorno) di un organismo edilizio.

25 Sono noti allo stato della tecnica, anche gli involucri edilizi a secco; una tipologia costruttiva di involucro nella quale l'insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici (singoli componenti e sistemi di elementi), con funzioni portanti o non portanti, sono assemblati con  
30 giunzioni a secco e fissati ad una struttura principale attraverso sistemi di ancoraggio (bulloneria, viterie, saldature o collanti).

Tra questi elementi annoveriamo, quelli con funzione strutturale del tipo a telai: Le colonne, i pilastri, le travi semplici o reticolari, gli archi, i solai di calpestio con i loro differenti elementi costituenti e le coperture sia  
5 piane che inclinate, con a loro volta i loro singoli elementi costituenti; tra quelli continui sono note le strutture a murature portanti e a pannellature portanti tipo SIP (Structural Isulated Panel). Tutti questi elementi, sono costituiti da più materiali e hanno il bisogno di componenti  
10 di giunzione o leganti per far sì che possano, una volta posti in essere, divenire un unico corpo solidale, cioè un involucro edilizio.

Questo stato della tecnica, presenta diversi inconvenienti e diverse problematiche, tra queste annoveriamo: Un notevole  
15 spreco di materiali e di scarti di materiali utilizzati (Waste); interazione tra le diverse caratteristiche fisiche e meccaniche per i differenti materiali utilizzati; le giunzioni e i materiali necessari alla giunzione che possono nel tempo essere logorati sia dagli sforzi di utilizzo che  
20 dagli agenti atmosferici.

Un'altra problematica nota allo stato della tecnica è la massa e quindi l'equivalente peso risultante. Gli elementi sono realizzati spesso o con componenti prefabbricati che devono essere assemblati tra di loro (Elementi in Acciaio,  
25 elementi in Legno o in C.A.P. calcestruzzo precompresso); o nel caso di utilizzo di C.A. (cemento armato) in opera hanno la necessità di essere realizzati attraverso casseforme, dove il materiale viene successivamente colato al suo interno; questo non permette di poter utilizzare il materiale lì solo  
30 dove sia necessario, ma viene posto anche dove non ce ne sia necessità. Anche quando si utilizzano elementi prefabbricati, spesso la forma o le sezioni che vengono utilizzate non sono a misura delle sollecitazioni.

Tutti questi elementi, hanno bisogno di altri elementi di giunzione, che vanno ad aumentare la massa stessa e quindi il peso; questo avviene sia per le strutture ad elementi prefabbricati (C.A.P. Calcestruzzo Precompresso; Acciaio o  
5 Legno) che in quelle realizzate con getti di calcestruzzo, dove le barre in acciaio servono ad assolvere funzioni strutturali che per creare le giunzioni tra gli elementi stessi.

Nell'attuale stato della tecnica, sia che si parli di  
10 involucri strutturali eseguiti a secco (Acciaio, Legno, Precompresso C.A.P.); o di involucri strutturali eseguiti ad umido (C.A.; Opere Murarie), oltre agli elementi strutturali, un involucro edilizio, necessità di altri elementi che servono da paramento, frontiera, sia verticale (Muri, setti,  
15 pareti o pannelli); che orizzontali (solai di calpestio, coperture piane o inclinate.

Questi elementi a loro volta hanno bisogno di altri "strati" per svolgere altre funzioni essenziali allo stato della tecnica, quali: La coibentazione,  
20 l'impermeabilizzazione, la protezione al fuoco, il rivestimento protettivo agli agenti atmosferici o di altro genere oltre alla finitura.

Questo ne determina un processo produttivo inefficiente, laborioso, lento e antieconomico.

25 Per ovviare a tali inconvenienti ed ottenere altri ed ulteriori vantaggi, la Richiedente ha studiato e realizzato il presente trovato.

#### ESPOSIZIONE DEL TROVATO

30 Il presente Trovato è espresso e caratterizzato nella rivendicazione principale.

Altre caratteristiche del presente Trovato sono espresse nelle rivendicazioni secondarie.

L'unità tecnologica, oggetto del trovato è un involucro edilizio spaziale strutturalmente autonomo, caratterizzato dal fatto che almeno una parete un solaio e una copertura sono continui tra di loro, privi di giunzioni, e in grado di resistere al proprio peso e ai carichi previsti dalle normative in materia di costruzioni, andando a formare un "guscio" continuo spaziale abitabile.

Tale struttura è realizzabile secondo vari schemi; ad "guscio reticolare" formato da lastre tese e compresse orientate in orizzontale e in verticale, nonché da elementi continui che possono assumere svariate configurazioni a formare reticoli, alveoli o nidi d'ape e che a loro volta sono sia tesi che compressi.

Oltre alla configurazione a "guscio reticolare" lo stesso risultato può essere ottenuto con una configurazione strutturale a "nido d'ape" (esagonale) o ad alveoli (guscio alveolare).

La struttura portante del guscio, oggetto del trovato, può essere immaginata "tipo" una travatura reticolare estrusa che ha un comportamento sia a "Trave" che a "Piastra".

La particolarità è caratterizzata dal fatto che tutta la struttura lavora contemporaneamente come un anello nel quale le sollecitazioni si vanno a ridistribuire in maniera più o meno uniforme. Infatti se si analizza ad esempio il solo impalcato come una trave appoggiata si giunge a risultati ben diversi di quelli a cui si giunge analizzando tutta la struttura completa.

L'inclinazione dei vari elementi tesi e compressi è variabile con il tipo di applicazione (carichi in gioco) ma comunque è compresa in un range tra i 27° e i 30° mentre lo spessore è dell'ordine di millimetri (50-70 max).

Tutto il pacchetto strutturale (estradosso-intradosso) è di circa 20 cm. con un rapporto tra le parti vuote e piene di

circa due a uno che può variare in funzione dalla dimensione (luce libera) del guscio da realizzare.

Tutto ciò suddetto è ovviamente legato alla tipologia di materiale che si utilizza per la realizzazione del guscio; il  
5 quale a sua volta è legato al tipo di stampante 3D impiegata.

La caratteristica principale che il materiale deve avere per poter realizzare il guscio strutturale è una elevata resistenza a trazione e una giusta fluidità per essere pompato attraverso l'ugello della stampante 3D. Queste  
10 caratteristiche restringono di molto il range dei materiali utilizzabili portando l'attenzione nei nuovi UHPFRC (Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete) che presentano alti valori di resistenza a trazione (possono raggiungere a compressione i 280 MPa e 25 MPa a trazione dopo 28 giorni,  
15 con una massa, peso specifico che va dai 1.050 ai 600 kg/mc.) in assenza di armature metalliche tradizionali che vengono sostituite dalle fibre di rinforzo le quali possono essere di vari materiali (acciaio, carbonio, vetro, o fibre nanometriche di carbonio o altri materiali nanotecnologici).  
20 Ovviamente non è esclusa la possibilità di inserimento di barre tradizionali in acciaio di limitato diametro, o di feltri in fibre di carbonio, in caso venga utilizzata una miscela non performante dal punto di vista della resistenza a trazione.

Le sollecitazioni variano in base alla luce libera di appoggio del guscio e quindi non può essere fornito un valore univoco della resistenza a trazione necessaria che ovviamente più è elevata, migliore sarà il risultato; inoltre con l'avvento della nuova tecnologia delle stampanti 3D si stanno  
30 sviluppando innumerevoli tipologie di nuovi materiali che potrebbero essere pompati attraverso la stampante e di cui ad oggi non se ne conosce la resistenza specifica.

Il guscio continuo viene realizzato mediante una tecnica di estrusione innovativa attraverso stampanti 3D di grandi dimensioni.

Il processo di stampa, è reso possibile da una stampante  
5 BAAM (Big Area Additive Manufacturing), che attraverso un  
processo di estrusione a mezzo di una pompa, un Nozzle  
(testina di stampa), una vite di Archimede e uno o più ugelli  
fissi o rotativi di diverse dimensioni e diametri, permettono  
di estrarre molteplici materiali sia a base cementizia che  
10 epossidica o di altro tipo, che vengono pompati sino alla  
vite per poi essere estrusi dal Nozzle attraverso gli ugelli,  
a formare il volume tridimensionale e le forme desiderate.

Il processo di stampa viene effettuato in modo informatizzato e meccanizzato, posponendo un disegno CAD in  
15 realtà tridimensionale; il disegno tridimensionale CAD viene  
trasformato in un file di formato STL (Standard Triangulation  
Language), che espone il disegno CAD in una sequenza di  
strati "layer" e di punti geometrici con una matrice  
triangolare negli assi X, Y e Z dello spazio, per essere poi  
20 successivamente estrusi, partendo da un punto che va a  
coincidere sia con il punto di inizio che di fine dello  
stesso strato e di tutti quelli successivi.

Il guscio continuo, oggetto del trovato, viene stampato a mezzo di un Nozzle ed i suoi ugelli (testina di stampa) per  
25 estrusione; partendo da un punto di coincidenza, inizio/fine,  
e stampando strato su strato, (uno strato può avere una  
altezza variabile dai 20 a 70 mm. e uno spessore in base al  
tipo di ugello del Nozzle che può variare dai 30 ai 70 mm.)  
sino al completamento del guscio nelle sue forme e dimensioni  
30 preimpostate dal disegno CAD. Il Nozzle, può essere del tipo  
multi materiale e avere più di un ugello ed essere snodabile  
(ruota di 360° in due assi dello spazio, Y e X).

Il processo di stampa, dell'oggetto del trovato, avviene mediante il seguente ordine: Vengono stampati in sequenza continua piana ad andamento lineare e rotativo in senso orario, prima gli strati delle facce esterna e interna  
5 contemporaneamente e con il successivo passaggio viene stampata l'anima interna, il reticolo, con le sue facce e le sue inclinazioni, che fresco su fresco vanno a legarsi in un unico corpo sia con la faccia esterna che la faccia interna.

Una volta che il Nozzle giunge al punto di coincidenza  
10 inizio/fine, si solleva dello spessore dello strato (layer) sottostante ed inizia a stampare, estrudendo il materiale attraverso gli ugelli, lo strato successivo con la stessa identica sequenza precedentemente descritta.

Ogni 8-10 passaggi, strati (layer), circa 40 - 50 cm. di  
15 altezza, viene estruso all'interno dei vuoti del reticolo, sempre a mezzo del Nozzle, attraverso un apposito ugello, sempre attraverso passaggi successivi (strati su strati) il materiale coibentante, una schiuma poliuretana estrudibile.

Una volta che il materiale coibentante sarà arrivato allo  
20 strato complanare con le facce esterna e interna e con il reticolo, può essere interposto un apposito feltro da 1,5 mm. di spessore, microforato come rinforzo agli strati sottostanti e come ulteriore legante per gli strati che verranno posti successivamente. Questo feltro, può o non può  
25 essere applicato, in base al tipo di materiale che si intende stampare in estrusione; è consigliato per i calcestruzzi UHPFCR (Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete), che è il materiale preferenziale dell'oggetto del trovato, sia per il fatto che è completamente riciclabile, sia perché  
30 all'interno del suo composto ci sono svariati materiali provenienti da scarti industriali, quindi a loro volta materiali di recupero, oltre che per le sue caratteristiche meccaniche, come sopra elencate.

Il processo, secondo la sopra indicata sequenza, sarà ripetuto sino a completamento dell'intero guscio strutturale, oggetto del trovato. Così facendo secondo la su indicata sequenza, al termine del processo di stampa per estrusione si  
5 avrà un guscio continuo reticolare o alveolare strutturalmente autonomo, che potrà avere uno spessore variabile da 20 a 35 cm. continuo, privo di giunzioni, completamente isolato, protetto al fuoco e coibentato.

Le stampanti 3D (BAAM - Big Area Additive Manufacturing)  
10 oggi in commercio, hanno una capacità di stampa che varia da 1 a 3 mc./ora; questo significa che un guscio strutturale di 60 mq. di superficie piana, con 15 mc. di volume stampabile; verrebbe prodotto in circa 15 ore.

Il Nozzle, ha ugelli variabili sia di forma quadrangolare  
15 che circolare, con dimensioni variabili dai 30 ai 70 mm. ed hanno due spatole metalliche esterne che servono per allisciare le facce, sia esterna che interna, durante il passaggio di estrusione degli strati.

Come successivamente indicato tale struttura, una volta  
20 finito il processo di stampa e ruotato il guscio di 90°, verrà completata delle chiusure trasparenti, che lo renderanno abitabile.

Scopo del presente trovato è quello di realizzare un elemento spaziale continuo strutturale reticolare e alveolare  
25 che possa essere utilizzato per realizzare svariate configurazioni spaziali; ovvero che permetta di sostituire gli elementi attuali allo stato della tecnica per realizzare strutture residenziali o non residenziali, mobili o permanenti o semipermanenti.

30 Altro scopo del trovato è quello di eliminare la moltitudine di elementi per andare a costituire un unico involucro edilizio continuo e quindi privo di giunzioni che permetta di assolvere a tutte le sue funzioni, sia di

carattere strutturale che di tamponamento e frontiera che di protezione termica che di protezione al fuoco che di protezione agli agenti atmosferici che di altro genere.

Altro scopo del trovato è quello di realizzare involucri  
5 vivibili che siano realizzati in una unica soluzione in stabilimento e posizionati in sito, già finiti e pronti all'utilizzo sia abitativo che di altro tipo, avvantaggiando l'utente finale sia sotto gli aspetti del tempo, del confort abitativo, della sicurezza (eliminando le fasi lavorative in  
10 sito) che di carattere economico.

Altro scopo della tecnica è quella di annullare gli scarti e gli esuberi di materiale e diminuire sensibilmente la massa, perché il materiale viene posto solo dove va a svolgere una funzione ben precisa e per il suo processo di  
15 produzione non a sottrazione ma ad addizione viene utilizzato solo quello necessario a costituire l'intero involucro. Così facendo, il trovato va ad eliminare uno dei problemi principali di carattere strutturale che esecutivo.

Il trovato, quindi elimina i diversi elementi necessari  
20 allo stato attuale della tecnica (Solaio, pareti, pilastri e travi normali o reticolari e coperture piane o inclinate); oltre agli altri elementi necessari per assolvere le altre funzioni (termica, protettiva e di finitura), per realizzare un involucro vivibile che li contiene tutti in un unico solo  
25 elemento.

#### ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste e altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli  
30 annessi disegni in cui:

- la fig. 1 illustra, in spaccato assonometrico longitudinale di dettaglio, la composizione del guscio strutturale reticolare e alveolare continuo spaziale

abitabile, mostrando gli elementi che vanno a comporre il trovato;

- la fig. 2 illustra, il guscio durante il processo di realizzazione e il suo successivo posizionamento, a mezzo di rotazione, che il guscio strutturale secondo il trovato, verrà ad avere per svolgere le sue funzioni.

#### TROVATO

Con riferimento alle figure allegate, un involucro edilizio strutturale 10, va a formare un guscio strutturale reticolare 17, a nido d'ape o alveolare continuo 18, secondo il presente trovato.

Tale involucro 10, contiene tutti gli elementi in un unico solo elemento, di cui: il solaio di calpestio 11, le pareti laterali 12 e 13; il solaio di copertura 14.

Il trovato 10, nella sua composizione strutturale interna, presenta un reticolo continuo 17, formato da: una lastra esterna 15, una lastra interna 16 e da elementi continui che uniscono le due lastre, quella interna 15 e quella esterna 16, andando a formare un reticolo continuo di forma triangolare 17. Il reticolo 17, può anche essere costituito in tutto o in alcune parti, da alveoli a nido d'ape a forma esagonale 18.

Tale guscio strutturale continuo 10, secondo il trovato, viene realizzato in continuità mediante un processo di estrusione a mezzo di stampante 3D, con materiali estrudibili 19 (sia epossidici che conglomerati o di altro tipo), strato su strato 21.

Il trovato 10, è costituito da un materiale a funzione strutturale 19 e da un materiale a funzione di protezione termica ed acustica 20, interposto all'interno dei vuoti del reticolo 17; con il materiale strutturale 19, che funge anche per sue caratteristiche, da protezione all'acqua, agli agenti chimici e al fuoco.

Una volta finito il processo di stampa 22, l'involucro 10, viene ruotato di  $90^\circ$ , assumendo la posizione eretta 23, atto a svolgere le sue funzioni, ed accogliere gli altri elementi di completamento, tra cui le chiusure trasparenti per  
5 renderlo abitabile.

RIVENDICAZIONI  
(APPUNTI ED ELECNCO PER)

**Preambolo:**

5 L'Invenzione viene vista alla luce di applicazioni presenti e  
future (Aspetto temporale delle rivendicazioni). Attualmente,  
così come specificato nel presente documento, lo stato  
attuale della tecnica, oltre che tutto il sistema produttivo  
nel settore delle costruzioni edili risulta estremamente  
10 inefficiente sia sotto gli aspetti economici che di  
sostenibilità del pianeta (2° per emissioni di CO2 tra i  
settori industriali; primo per emissione di scarti e rifiuti,  
con conseguente emergenza nel consumo di materie primi).  
Inoltre il settore delle costruzioni edili rimane il solo ad  
15 essere così tanto inefficiente, si ricorda che ormai anche il  
settore agro alimentare è più efficiente e industrializzato e  
meccanizzato, basti pensare ai Droni oggi utilizzati; risulta  
inoltre per la sua inefficienza e poca meccanizzazione e  
assenza di automatizzazione, pericoloso per i lavoratori e  
20 gli addetti ai lavori.

Le nuove tecnologie come la stampa 3D e la robotica applicata  
CRAFT (Center for Rapid Automated Fabrication Technologies),  
permetteranno da oggi sino ai prossimi 20 anni di cambiare  
radicalmente il sistema attuale trasformandolo in uno più  
25 efficiente e più produttivo.

L'invenzione della shell, del nostro guscio, rientra nella  
volontà di avvantaggiare questo cambiamento. Le stampanti e i  
materiali che oggi e nel futuro saranno sviluppate e  
migliorate, hanno e avranno il bisogno di prodotti da  
30 produrre, che rendano sempre più prefabbricato e  
precostituito in fabbrica il settore delle costruzioni edili;  
così come si è tentato di fare già trent'anni fa con il  
Precompresso e la prefabbricazione. Oggi però, ed ecco che

arrivo all'invenzione, è possibile realizzare intere parti/Unità autonome realizzate con un solo processo di stampa, rapido ed economico (non componenti finite), assemblate in fabbrica e posto in sito, con la possibilità di  
5 essere rimosse un domani senza compromettere l'intero edificio. L'invenzione il guscio strutturale autonomo che unisce tutte le parti in un'unica parte, non solo rende il processo produttivo, robotizzato ed informatizzato, ma rende possibile la realizzazione di intere unità precostituite in  
10 fabbrica, testate e pronte all'uso e attraverso il sistema di impilaggio (ecco la seconda invenzione, il successivo brevetto) costituisce un vero e proprio nuovo sistema costruttivo.

La forma a guscio, shell, è la forma che avvantaggia di più  
15 il sistema produttivo a mezzo di stampa 3D, questo è il motivo principale del brevetto d'invenzione. Sarà anche la forma che verrà più utilizzata in futuro, così come saranno utilizzati di più, veri e propri gusci continui che comprendano nel loro insieme tutti i componenti (Pareti,  
20 almeno una, solaio e copertura) in un unico elemento.

**Elenco di possibili rivendicazioni:**

1. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende due  
25 pareti un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni.
2. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni.
- 30 3. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno un parete e un solaio uniti tra di loro, privi di giunzioni.

4. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno un parete e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni.
- 5 5. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; che ha la possibilità di essere vivibile o abitabile o atto ad altri utilizzi.
- 10 6. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; che ha la possibilità di essere vivibile o abitabile o atto ad altri utilizzi; che può essere fisso.
- 15 7. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; che ha la possibilità di essere vivibile o abitabile o atto ad altri utilizzi; che può essere mobile.
- 20 8. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; che ha la possibilità di essere vivibile o abitabile o atto ad altri utilizzi; che può essere rimovibile.
- 25 9. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; con possibilità di impilaggio mediante altro elemento autonomo posto al suo fianco.
- 30 10. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; con possibilità di impilaggio mediante altro elemento autonomo posto al suo fianco ma sfalsato.
11. Un guscio strutturalmente autonomo che comprende almeno una parete un solaio e una copertura uniti tra di loro, privi di giunzioni; con possibilità di impilaggio mediante

altro elemento autonomo posto al suo fianco ma ruotato di 90°.

**Nota:**

5

*- Mi faccia sapere se ritiene che le possibili combinazioni, siano da rivendicare in questo brevetto o se sia preferibile farlo in quello successivo che riguarda il sistema di impilaggio.*

10

*- Non ho inserito la rivendicazione della coibentazione e dell'impermeabilizzazione oltre che della protezione al fuoco e agli agenti chimici; non sapendo se rientrano nell'invenzione o fanno parte di aspetti meramente inerenti ai materiali utilizzati per la sua realizzazione.*

15