

Quaderni SID _ 1 Sustainable Innovation Design

I volume è il risultato dell'esperienza di ricerca condotta su commissione della De Masi Industrie Meccaniche da un team di professionisti provenienti dal mondo accademico, dai centri di ricerca, dal settore professionale e dalle startup innovative. Studi e sperimentazioni per produrre «un modulo abitativo a doppia sicurezza sismica e ambientale», con riferimento alle specializzazioni della «fabbrica intelligente, dell'ambiente e dell'energia» e delle «tecnologie abilitanti e digitali per il manifatturiero avanzato». Un modello ingegnerizzato e sottoposto a testing e pre-prototipazione nei suoi componenti attraverso le fasi di manufacturing in laboratorio e fabbrica. Un modulo abitativo capace di inserirsi, in scenari di paesaggio energetico, attraverso il funzionamento di smart grid per distretti autosufficienti in contesti sensibili a livello climatico con attività di cantiere verde, veloce e off site. La produzione di «una casa fatta a macchina» ad alta qualità dell'abitare che va oltre la domanda di emergenza e si spinge sull'aggregazione di modelli urbani ed extraurbani «in transizione». Il percorso di ricerca, nel trasferimento dallo sviluppo sperimentale a quello industriale dalla sua fase di concept a quello di prototipo/MVP, è stato verificato secondo il metodo TRL Horizon 2020, superando tutti i livelli di convalida industriale dei suoi risultati tecnico-scientifici.

Consuelo Nava, architetto, è ricercatrice presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria. Svolge attività di ricerca e didattica sui temi del progetto sostenibile e dell'innovazione. È docente del corso Sustainable and Innovation Design presso l'Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, responsabile del centro ABITAlab, delegata del Dipartimento per la Ricerca e Terza Missione e consulente scientifica della sezione R&S della startup innovativa PMopenlab s.r.l.s. Con Aracne ha pubblicato nel 2019 i volumi: *Ipersostenibilità e Tecnologie Abilitanti. Teoria, metodo e progetto* e *Sezioni Sostenibili. Design e informazione per il progetto ipertesto*.

Quaderni SID _ 1

quaderni

SUSTAINABLE INNOVATION DESIGN

STUDI, RICERCHE E SPERIMENTAZIONI
SULLA SOSTENIBILITÀ E INNOVAZIONE
DEL PROGETTO



35,00 euro

ISBN 978-88-255-2791-9



9 788825 527919

ARACNE

_01
aracne



DESIGN DRIVEN INNOVATION "OFF-SHORE" E "OFF-SITE"

PROGETTO DI RICERCA "S2 HOME", DAL CONCEPT AL PROTOTIPO

di Consuelo Nava

con i contributi di
Francesco Astorino
Raffaele Astorino
Francesca Autelitano
Veronica Bruzzaniti
Alberto De Capua
Piero De Fazio
Danilo Emo
Gaia Sgaramella

Francesca Giglio
Alessia Leuzzo
Giuseppe Mangano
Valentina Palco
Antonio Popone
Andrea Procopio
Mosè Ricci
Rocco Zinghini

Prefazioni di Antonino De Masi
e di Adolfo Santini

COLLANA QUADERNI SID

DIRETTORE

Consuelo NAVA, ssd icar 12, ricercatrice, Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, dArTe

COMITATO SCIENTIFICO

Carta Maurizio, professore ordinario, icar 21, Università degli Studi di Palermo, Politecnico, DARCH

De Capua Alberto, ssd icar 12, professore associato, Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, dArTe

Fagnoni Raffaella, professore associato, icar 13, Università degli Studi di Genova, DSA

Giordano Roberto, professore associato, icar 12, Politecnico di Torino, DAD

Giuffré Rosario, professore emerito, ssd icar 12, Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria

Ottone Federica, professore ordinario, icar 12, SAAD Università degli Studi di Camerino

Ricci Mose, professore ordinario, ssd icar 14, Università degli Studi di Trento, Dicam

Rizzi Chiara, ricercatrice, ssd icar 14, Università degli Studi della Basilicata, Dicem

Ulisse Alberto, ricercatore, ssd icar 14, Università degli Studi "Gabriele d'Annunzio" di Chieti-Pescara, DdA

COMITATO DI REDAZIONE

PMopenlab srls, startup innovativa, www.pmopenlab.com

ARACNE

copyright © MMXIX

Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.gioacchinoonoratieditore.it
info@gioacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-2791-9

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento anche parziale, con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.

Non sono assolutamente consentite le fotocopie senza il permesso scritto dell'Editore.

I edizione ottobre 2019

quaderni

SUSTAINABLE INNOVATION DESIGN

STUDI, RICERCHE E SPERIMENTAZIONI
SULLA SOSTENIBILITÀ E INNOVAZIONE
DEL PROGETTO

_01
aracne



Obiettivo dei Quaderni SID è promuovere la circolazione e il flusso delle informazioni fra tutti coloro che lavorano su ricerche ad alto contenuto e valore di innovazione, trasferendole e scambiandole, dal mondo della produzione accademica, dei centri di ricerca e degli hub innovativi, alla società, ai settori produttivi imprenditoriali, agli enti pubblici e privati, producendo cambiamento e avanzamento nei settori dello sviluppo sperimentale (piani, progetti, programmi, strategie) e della ricerca industriale (innovazione di processo e prodotto, prototipazione, casi pilota), dalla dimensione del territorio-risorsa a quella del materiale-risorsa. L'ambizione della collana è di posizionare casi replicabili di trasferimento tra ricerca scientifica e settori della produzione dello sviluppo e innovazione, illustrando metodologie, strumenti, prodotti di esperienze-prototipo che hanno riportato successo e riconoscimento per i risultati raggiunti. Attraverso la produzione e la circolazione dei suoi quaderni, SID vuole fornire strumenti consultabili da un pubblico interessato e per la divulgazione stessa delle esperienze condotte (atti di seminari e convegni, reporting di ricerca su processi di innovazione e prototipi, ricerche per enti pubblici e privati, ricerche di dottorato e di specializzazione, esperienze di alta formazione e laboratoriali e percorsi conoscitivi in proprio di interesse). Ogni numero di SID presenta approfondimenti per ricerche e studi su: territorio/città/paesaggio (SID green: XXL/XL); contesto/edificio (SID red: L/M); componente/materiale (SID blue: S). I quaderni SID hanno un comitato scientifico accreditato e possono essere sottoposti a peer review su richiesta degli autori.

DESIGN DRIVEN INNOVATION "OFF-SHORE" E "OFF-SITE"

PROGETTO DI RICERCA "S2 HOME"
DAL CONCEPT AL PROTOTIPO

di Consuelo Nava

con i contributi di
Francesco Astorino
Raffaele Astorino
Francesca Autelitano
Veronica Bruzzaniti
Alberto De Capua
Piero De Fazio
Danilo Emo
Gaia Sgaramella
Francesca Giglio
Alessia Leuzzo
Giuseppe Mangano
Valentina Palco
Antonio Popone
Andrea Procopio
Mosè Ricci
Rocco Zinghini

Prefazioni di Antonino De Masi
e di Adolfo Santini

CREDITS PROGETTO-RICERCA

"S2 Home - modulo a doppia sicurezza (sismica e ambientale)"



PMopenlab s.r.l.s.



I fase [gen. 2016 - giu. 2017]

II fase [feb. 2019 - lug. 2019]

COMMITTENTE Antonino De Masi

TEAM TECNICO-SCIENTIFICO

Sostenibilità ed Innovazione del Progetto /Processo, Prof.ssa Arch.Consuelo Nava (Team Manager, dArTe), Arch. Giuseppe Mangano (Assistant, PMopenlab)

Modello Ibrido (Involucro, Energia e Impianti), Arch.Raffaele Astorino

Modello Strutturale, Ing.Francesco Astorino

Additive Manufacturing, Pre-prototipazione, Modellazione e Sensoring, PMopenlab srls, Arch. Andrea Procopio, Arch.Francesca Autelitano, Arch.Antonio Popone, Arch. Rocco Zinghini, Veronica Bruzzaniti

Architettura e Paesaggio, UniTN - Università di Trento [I fase], Prof.Arch. Mosé Ricci, Ing.Arch. Gaia Sgaramella

Ingegnerizzazione del progetto, dArTe – Università Mediterranea degli Studi di Reggio Calabria, Prof. Arch. Alberto De Capua, Prof.ssa Arch.Francesca Giglio, con Arch.tti Valentina Palco e Alessia Leuzzo

Comunicazione integrata, PMopenlab srls, Arch.tti Danilo Emo e Alessia R.Palermi con Arch.Giusy Arena

Consulenti [I fase], Angelo Marra, ENEA Trisaia



INDICE

PREFAZIONE

S2 Home per Antonino De Masi
di Antonino De Masi 08

S2 Home. Ricerca e Terza Missione
di Adolfo Santini 09

INTRODUZIONE 10

Innovazione di processo per il prodotto/prototipo: dal proof of concept al MVP
di Consuelo Nava 11

PARTE 1 | DAL CONCEPT AL MODELLO 26

Concept della sostenibilità integrata "off-shore" e "off-site"
di Consuelo Nava 27

Concept e design: un modulo abitativo tra architettura e paesaggio
di Mosè Ricci e Gaia Sgaramella 31

Modello energetico e prestazioni energetico -ambientali per gli scenari climatici
di Raffaele Astorino 37

Design, tecnologie e materiali dei sistemi in montaggio: il pannello di involucro e la copertura
di Raffaele Astorino e Andrea Procopio 48

PARTE 2 | DAL MODELLO AL PROTOTIPO/MVP 52

Realizzazione in fabbrica del modulo pannello
di Consuelo Nava, Raffaele Astorino e Andrea Procopio 53

Testing ed Aging sul modulo pannello dell'involucro: risultati
di Piero De Fazio 58

Relazione post -testing e istruzioni tecniche per la correzione da eseguirsi
di Raffaele Astorino 70

Modelling ed automation design del modulo pannello e del modulo abitativo
di Andrea Procopio e Antonio Popone 74

PARTE 3 | SCENARI DI FATTIBILITÀ 78

Costruzione della smart-grid alla scala aggregativa di insediamento: sistemi, funzionamenti, architettura ed efficienza prestazionale della rete
di Consuelo Nava e Raffaele Astorino 79

Definizione degli scenari aggregativi e prestazioni ambientali e di paesaggio
di Consuelo Nava e Gaia Sgaramella 84

Definizione degli scenari dei costi e comparazione con prodotti innovativi analoghi, valutazione degli impatti e delle convenienze
di Raffaele Astorino 90

PARTE 4 DESIGN DRIVEN INNOVATION	94
<i>Design a misura: tipo, tecnologie, officine, cantiere attraverso i processi di "integrated design and assessing sustainability"</i> di Consuelo Nava	95
<i>Industrializzazione dell'edilizia e disegno esecutivo dell'involucro</i> di Alberto De Capua	100
<i>Componenti stratificati d'involucro: innovazioni adattive e di filiera verso il prototipo</i> di Francesca Giglio	104
PARTE 5 INGEGNERIZZAZIONE DEL PROGETTO: DALLA FABBRICA AL PROTOTIPO	108
<i>Il design esecutivo dell'involucro e del sistema buffer</i> di Valentina Palco	109
<i>Il design esecutivo degli impianti sul modello ibrido</i> di Francesco Astorino	112
<i>Il design esecutivo delle strutture, dei sistemi di assemblaggio e automazione</i> di Francesco Astorino e Andrea Procopio	124
PARTE 6 ADDITIVE MANUFACTURING E SPERIMENTAZIONI PER IL PROTOTIPO/MVP	130
<i>Ecodesign, Modellazione e Controllo della soluzione tecnica in pre-prototipazione</i> di Andrea Procopio, Francesca Autelitano, Danilo Emo	131
<i>Prestazioni energetico-ambientali, monitoraggio e cibernetica con la tecnologia Arduino</i> di Consuelo Nava, Veronica Bruzzaniti	134
PARTE 7 SUSTAINABILITY - SMART GRID, SCENARIOS E CIRCULAR MODEL	142
<i>Requisiti delle smart grid e tipologia dei modelli insediativi in transizione</i> di Consuelo Nava	143
<i>Studio dei casi sugli scenari: progettazione e valutazione delle performances di sostenibilità</i> di Giuseppe Mangano e Alessia Leuzzo	146
APPENDICE GRAFICA	152
[ESTRATTI DAGLI ELABORATI GRAFICI E TECNICI DELLA FASE DI INGEGNERIZZAZIONE, DESIGN E MANUFACTURING]	



DE MASI
INDUSTRIE MECCANICHE SPA
Gioia Tauro





S2 Home per Antonino De Masi

di Antonino De Masi

Il valore creato dall'importante collaborazione con l'Università Mediterranea di Reggio Calabria, il Dipartimento di Architettura e Territorio - dArTe e la startup innovativa PMopenlab srls prosegue l'impegno della De Masi Industrie Meccaniche nell'investimento di risorse ed economie personali in sfide di resistenza e sviluppo per la competitività del territorio calabrese.

S2_Home è un progetto-ricerca che si aggiunge alle attività di Ricerca&Sviluppo dell'azienda per offrire soluzioni innovative alle problematiche legate alla necessità di avere una abitazione da parte delle popolazioni in contesti post-emergenziali. Dopo il progetto SafetyCell, che aveva come obiettivo quello di creare un sistema protettivo per la mitigazione del rischio sismico, mi sono posto delle domande. Una in particolare si interrogava sulla modalità con cui poter dare una risposta alle problematiche legate al sisma, alle necessità di poter dare immediate risposte alle popolazioni colpite dal terremoto. Ho sentito la necessità di trovare consone soluzioni che fossero in grado di andare oltre la tenda, oltre lo squallore del container ed anche oltre rispetto alla provvisorietà delle case in legno. Basti guardare i luoghi e le popolazioni che hanno visto la propria vita tramortita e seppellita dalle macerie, per sentire viva la necessità o almeno la possibilità di garantirsi uno dei diritti più importanti per l'uomo, ossia quello di possedere una casa, un tetto sotto il quale proteggersi e, non irrilevante, la possibilità di ricominciare e prendere in mano la propria vita seppur segnata da un evento che mai sarà cancellato dalla mente umana.

Tali motivazioni mi hanno spinto ad affidarmi a un team di ricercatori guidati dalla prof.ssa Consuelo Nava, che ha visto operare nella prima fase l'Università di Trento ed Enea e nella seconda fase include il Dipartimento di Architettura e Territorio dArTe UniRC e la giovane startup innovativa PMopenlab srls. Il modulo abitativo S2_Home ha una superficie di circa 86 metri quadrati, può essere trasportato e collocato

con facilità in qualsiasi luogo e possiede sistemi tecnologici innovativi e integrati ad alte prestazioni che gli permettono di essere confortevole in zone di fasce climatiche differenti da -20 a +40° C per venti anni.

Il valore innovativo di S2_Home risiede nel fatto che esso non è un edificio isolato, ma aumenta le sua capacità se collocato in "smart grid" con altri moduli, creando così una rete autosufficiente.

Oltre queste caratteristiche, ritengo sia necessario pensare ad una casa a impatto ambientale quasi zero e autosufficiente dal punto di vista energetico, in maniera tale che possa rispondere ai bisogni di un tempo variabile che va da un breve intervallo di un anno fino a protrarsi a periodi maggiori.

S2_home prosegue una missione che la mia azienda ha iniziato ormai da alcuni decenni: ricerca, sviluppo e innovazione sono i valori per il benessere degli individui e per la competitività della Calabria e della sua gente onesta e operosa.

Antonino De Masi



S2 Home. Ricerca e Terza Missione

di Adolfo Santini [Direttore Dipartimento Architettura e Territorio - dArTe, Univ. Mediterranea degli Studi di Reggio C.]

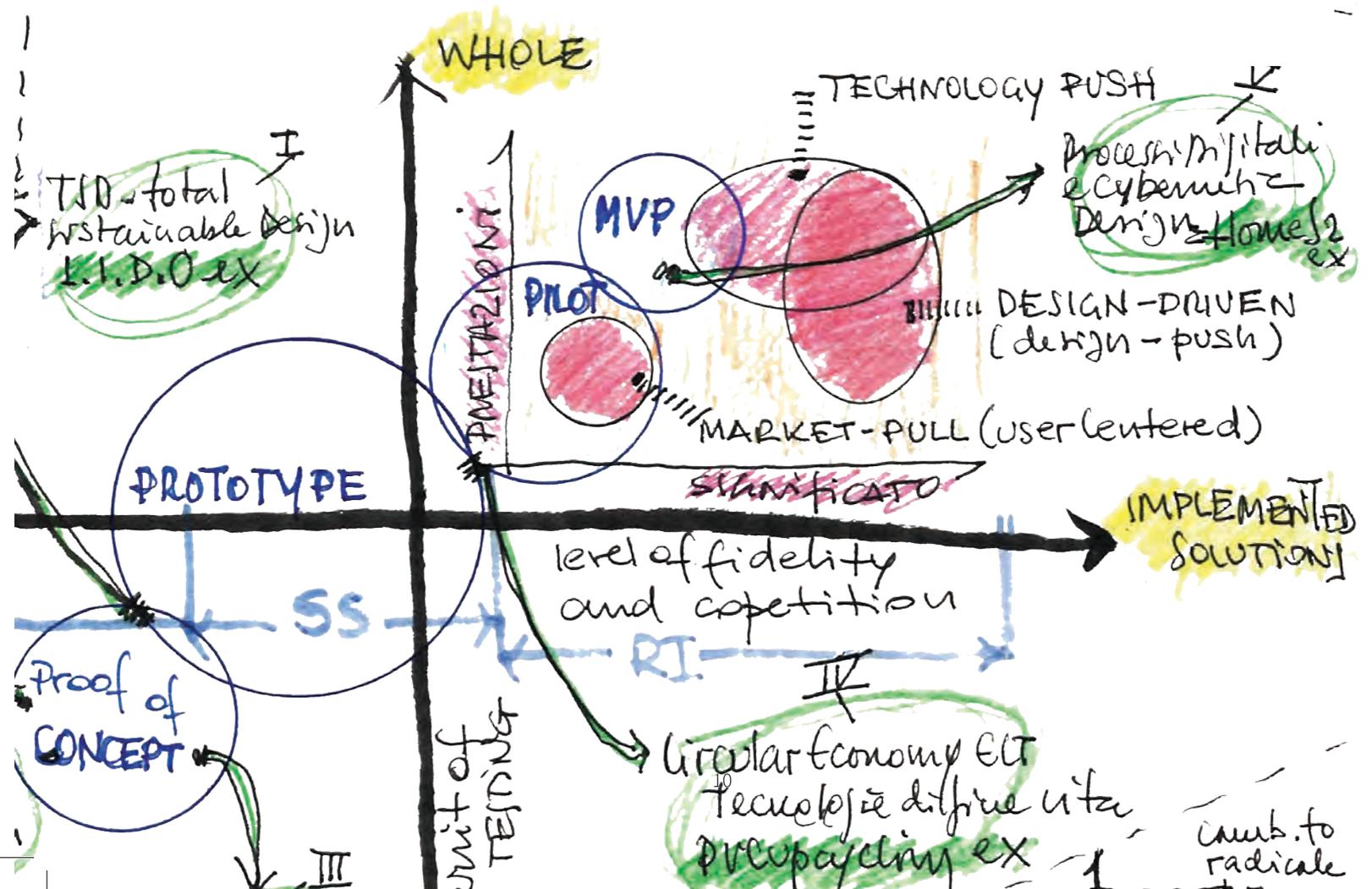
L'Università è stata investita negli ultimi anni da una serie di crescenti aspettative in relazione alla sua effettiva potenzialità di costituire un volano economico e sociale e di incidere sulle dinamiche dell'innovazione, perseguendo quella che viene comunemente indicata come "terza missione". Accanto al suo tradizionale ruolo della formazione e della ricerca, infatti, si affianca oggi la pressante richiesta di un'ampia apertura nei confronti del contesto territoriale e di un efficace contributo al progresso e alla crescita della società. In altre parole, si chiede all'Università di essere anche un attore dell'innovazione, non solo per la capacità di produrre conoscenza, ma anche per la sua diffusione, con l'obiettivo prioritario di generare sviluppo economico. È ormai del tutto superata, infatti, l'idea che vedeva le competenze degli enti di ricerca e delle Università ben distinte dall'industria e dagli utilizzatori finali. Tuttavia, il modello di Università incentrato sulla commercializzazione della conoscenza non si adatta pienamente al territorio calabrese, in cui le piccole e medie imprese sono per lo più legate a consuetudini produttive di tipo artigianale, con una ridotta capacità di implementare le conoscenze sviluppate dalla ricerca. In questo contesto, una straordinaria eccezione è costituita dalla "De Masi Industrie Meccaniche" che, pur essendo specializzata nella produzione di macchine e attrezzature per l'agricoltura, già da molti anni dedica rilevanti risorse economiche alla ricerca e allo sviluppo di soluzioni innovative per la mitigazione del rischio sismico e per la gestione dell'emergenza. In questo filone si inserisce il progetto/ricerca S2-Home, svolto dall'azienda insieme al Dipartimento Architettura e Territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria e alla startup PMopenlab srls, concernente un modulo abitativo innovativo e sostenibile da utilizzare in situazioni post-emergenziali. Si tratta di un progetto fortemente voluto da Antonino De Masi, dal suo impegno sociale e dalla sua sensibilità, e che riguarda un tema di stringente attualità. Viviamo

infatti in un territorio estremamente fragile, come purtroppo è stato evidenziato in occasione dei recenti eventi sismici che hanno colpito il nostro Paese, dove il tema della prevenzione è ancora molto lontano dall'essere attuato con efficacia. In questa situazione, la gestione dell'emergenza diventa essenziale: la possibilità di offrire un alloggio confortevole e di qualità alle popolazioni che hanno perduto la propria casa consente di ridurre il trauma e i disagi, e di vivere l'immediato futuro con un migliore benessere abitativo. La stretta collaborazione tra l'azienda De Masi e il team di ricercatori del Dipartimento Architettura e Territorio ha permesso di fornire una risposta precisa e adeguata a tutte queste esigenze. Il continuo scambio di informazioni tra i partecipanti al progetto ha consentito di finalizzare la ricerca universitaria alla soluzione di problemi pratici e realizzativi, consentendo lo sviluppo di soluzioni tecnologiche avanzate e soprattutto sostenibili. Da questo processo virtuoso e sinergico è derivata la definizione di un modulo abitativo facilmente realizzabile in officina, con soluzioni innovative che riguardano i temi della trasportabilità, del montaggio, della qualità architettonica e funzionale, del comfort abitativo, del contenimento dei consumi energetici, della relazione spaziale tra i diversi moduli che può consentire di implementare soluzioni di dimensioni anche molto differenti.

Desidero rimarcare, in conclusione, il grande impegno profuso dalla prof.ssa Consuelo Nava che ha prima individuato e poi guidato con consapevolezza e maestria il team di docenti, giovani laureati e dottori di ricerca del Dipartimento, coordinando anche il lavoro dei componenti della startup PMopenlab. A lei va il merito di aver aderito a un'iniziativa che contribuisce certamente a fornire stimoli e motivazioni alle nuove generazioni di architetti e ingegneri, stabilendo un legame diretto con i problemi reali del territorio con il solo obiettivo di contribuire al benessere della società.

Adolfo Santini

INTRODUZIONE



Innovazione di processo per il prodotto prototipo: dal proof of concept al MVP

di Consuelo Nava



1. Processo sperimentale per la produzione industriale

La missione dell'azienda De Masi Industrie Meccaniche che ha commissionato il progetto-ricerca, non si ferma alla realizzazione di prototipi brevettabili, quali risultati di esperienza di "sviluppo sperimentale", ma intende realizzare sistemi industriali capaci di posizionarsi su nuovi mercati dell'innovazione, attivando filiere di beni e servizi sui temi della sicurezza ambientale e sociale, secondo le regole e i processi tipici dell'industrializzazione manifatturiera ad alto contenuto di innovazione e tecnologie abilitanti. Tale mission industriale è perfettamente riferibile ai target Horizon 2020, per le KET's materiali avanzati e sistemi manifatturieri avanzati e per la S3 Regione Calabria, su edilizia sostenibile e smart manufacturing.

Edilizia sostenibile e Smart Manufacturing

Produrre "innovazione" attraverso i domini della domanda/desiderio degli utenti, della tecnologia possibile e della permeabilità/competitività commerciale e del mercato, è il processo affrontato con un approccio aperto e progressivo per lo sviluppo della S2_Home – *offshore and offsite*. L'ambizione del tipo S2_Home è infatti di divenire modello che innesca un'innovazione di filiera sostenibile sull'industrializzazione manifatturiera evoluta, misurata sulla proposta tipologica e di insediamento, capace di fornire progettualità e tecnologie disponibili, prodotti innovativi, intercettando un nuovo mercato locale, competitivo a livello nazionale ed internazionale.

Il livello di specializzazione necessario per realizzare il tipo S2_Home, attraverso opere di realizzazione in officina, trasferisce quell'approccio tipico dei processi di innovazione, capaci di diventare pratiche sperimentali ma anche nuovo know-how, grazie al trasferimento delle conoscenze dei suoi operatori a tutti i livelli (network delle competenze). Sarà l'autovalutazione attraverso il metodo TRL a metterne in evidenza tale efficacia (cfr conclusioni).

Il modulo abitativo S2_Home, si realizza quindi, attraverso lo studio approfondito dei sistemi mobili e automontanti per rispondere ad una domanda di abitazione tipica degli insediamenti di emergenza o comunque degli scenari di nuovo insediamento. Puntando all'alta qualità dell'abitare, all'efficienza delle prestazioni di funzionamento ed uso, alla versatilità della costruzione di potersi localizzare in differenti clima e siti sensibili. L'innovazione di processo per il prototipo risponde ad alti livelli di requisiti: all'evoluzione di sistemi tecnologici e forniture tecniche, per caratterizzare il modulo e renderlo disponibile a sistemi aggregativi di scenari differenti geograficamente e sulle performances richieste, all'economia della sua realizzazione attraverso i processi di ottimizzazione e risparmio dei modelli di funzionamento energetico e dei servizi, inoltre a quella economia di scala attuabile sulla filiera di produzione, utilizzando tecniche e lavorazioni avviate nelle officine dell'azienda, ma direttamente riferibili ai processi di "industrial ecodesign".

Sistemi mobili e automontanti

La prima fase dell'esperienza, ha realizzato il livello di innovazione di processo attraverso il "proof of concept" - una prova di fattibilità di metodo e progetto - della S2_Home, che ha condotto alla definizione del tipo funzionale e tecnologico, del controllo del suo livello di prestazioni ambientali e di sicurezza, dal punto di vista energetico e sismico e della sua capacità di essere realizzato in sistemi fuori cantiere e con manufacturing di officina.

Prestazioni ambientali e di sicurezza

La seconda fase dell'esperienza, ha realizzato il livello di innovazione di processo attraverso il

“prototipo – MVP” (minimum available product), della S2_Home, puntando alla fase successiva di fattibilità, con l'ingegnerizzazione di processo del design di fabbrica, con la migliore integrazione tra impianti e tipologia del prototipo e con la definizione del sistema tecnologico dell'involucro, della sua pelle, del sistema di automazione delle pareti per il montaggio in cantiere. Inoltre la caratteristica del MVP, consente che si giunga alla realizzazione del prototipo, rendendo disponibile ad accogliere sistemi provenienti da altre filiere innovative dei componenti (infissi, rivestimenti, impianti integrati, etc...) e confrontando scelte progettuali e tecnologiche con l'operatività strumentale delle officine.

Prototipo MVP

Tutte le attività di seguito esposte, attraverso il processo di design guidato dall'innovazione, creano una relazione tra la prima fase e la seconda, nella relazione tra innovazione e specializzazione del prototipo MVP “(...) an MVP allows you to accelerate your learning about a possible solution whilst using minimal resources. It does this by testing only the essential core of your concept (rather than the full solution) with real users in practice. This means that you can find out early on if there is an actual need or demand for the solution, what is working and what isn't, and make any adjustments accordingly (this is called pivoting in the lean-startup scene). MVPs are often associated with technology, and aren't currently common in public innovation, but may have great potential for situations that deal with a fast-paced political development cycle or require ongoing improvement of public services and public policies. MVPs are about using fewer resources and minimal effort to gather insights and obtain feedback on potential changes” (B. Leurs, K. Duggan,2018).

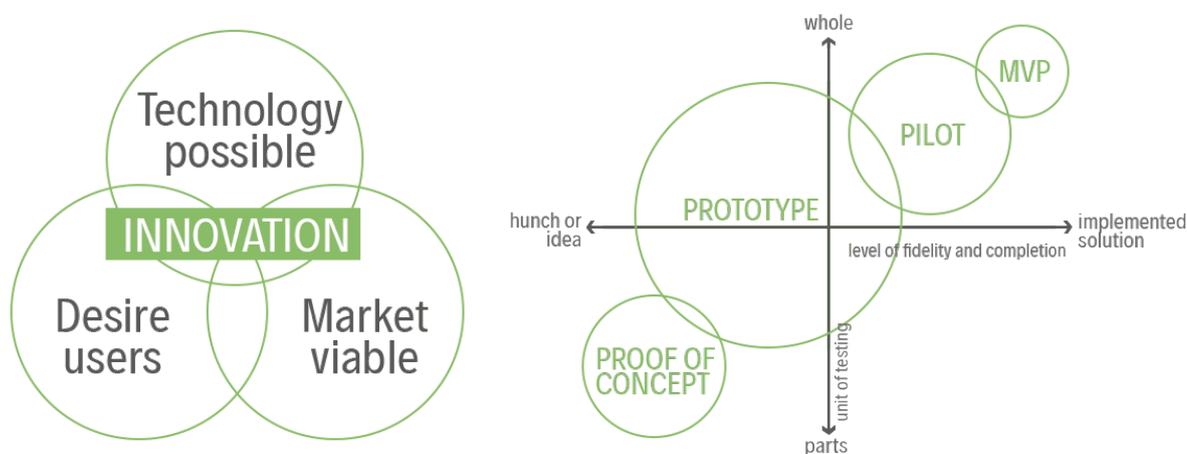
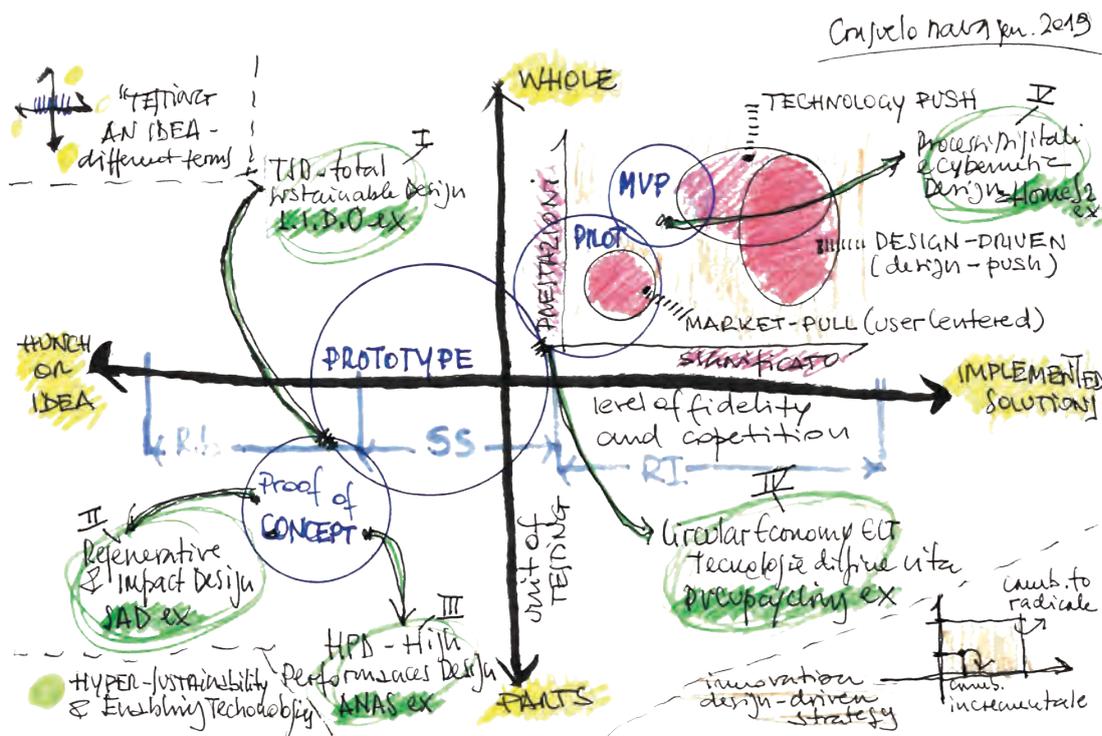


Figura 1. Relationship Process (C.Nava, 2017) - Highlighting the differences/product (Nesta, 2018)

Smart Grid e scenari di transizione

Di fatto il processo di design e ingegnerizzazione della S2_Home, attraversa tutte le fasi di innovazione dall'idea all'implementazione delle soluzioni tecniche, verso la prototipazione del primo modulo, con la sua realizzazione nelle officine De Masi. La declinazione dello stesso, verso la tipologia "prototipo-MVP", trasferisce gli studi di sviluppo sperimentale anche alla fase di pre-industrializzazione. Un caso davvero di "frontiera", per la ricerca e la sperimentazione, che radicalizza i modelli correnti connessi al "design driven innovation", declinando e dedicando sia la fase di "proof of concept" (I fase) che di "MVP" (II fase) al prototipo. Il modulo S2_Home potrà divenire progetto "pilota", scalabile nei vari scenari di contesto, nella sua fase insediativa, nei casi prospettati di applicazioni di smart grid agli scenari in transizione, per tutte le aggregazioni possibili con le sue differenti tipologie. Una sorta di circolarità del processo, quindi, si può innescare con la III fase dell'esperienza con la modellazione degli scenari insediativi, per cui lo stesso modulo abitativo assume il ruolo di catalizzatore puntuale del network della smart grid, come polo funzionale capace di produrre, trasformare e distribuire energia e risorse nell'intero sistema insediativo. Proprio per queste ulteriori performances del sistema modulo-insediamento, lo sviluppo sperimentale restituisce al processo di industrializzazione, la capacità di re-innescare tutto il processo testando la fattibilità di un tale modello aggregativo, per trasformare lo stesso prototipo e la sua dimensione contestuale in un progetto "pilota".



Implementazione casi prototipo allo spazio "Design-Driven Innovation"

Figura 2. Implementazione del processo S2_Home nel diagramma di innovazione. (design: C.Nava, 2019)

Sarà attraverso la verifica qualitativa di tutto il processo, che tali steps dello sviluppo di innovazione del progetto del modulo (dal proof of concept al prototype), potranno ritrovare corrispondenza con la valutazione del livello di TRL, che analizza la I e II fase del lavoro, misurando il livello di maturità tecnologica.

1a. Processo sperimentale per la produzione industriale

L'idea capace di innescare il processo progettuale del modulo-tipo, prende in considerazione due differenti condizioni di "confine" del sistema processuale: *c.interno*, con la disponibilità dell'azienda committente di manovrare attrezzature e componenti provenienti da processi manifatturieri con uso di alluminio, acciaio, sistemi di automazione, sistemi di giunzione e collegamento; *c.esterno*, con la necessità di realizzare un modulo nella necessità di trasportare tutte le sue parti tecniche con una mobilità sostenibile e efficace, in grado di utilizzare automezzi per trasporti ordinari e trasferire gli spazi-modulo abitativo come è in uso per il trasporto di containers.

Confini del sistema sperimentale

Quindi il riferimento alla misura di tali containers ha guidato le scelte di pre-dimensionamento dei sistemi-modulo e la loro definizione tipologica e tecnologica, così come l'uso di telai in alluminio per la configurazione della scatola portante dei pannelli di involucro e la struttura in acciaio, è da considerarsi un upload di altre sperimentazioni dell'azienda (Safety Cell) e per la capacità di realizzazione dei suoi prototipi in officina.



Figura 3. Trasporto ordinario su rimorchio a tre assi e schema di apertura dei moduli. (design: A. Procopio, 2017)

**Modello aggregativo
tipologico**

Con una delle sue configurazioni possibili (85 mq), S2_Home come prototipo-MVP vuole posizionare la propria soluzione nel mercato dell'innovazione, con la realizzazione di un prototipo realizzato in officina De Masi a G. Tauro, che possa esprimere le qualità dell'architettura sostenibile, delle prestazioni energetico-ambientali e della sicurezza, dell'innovazione dell'involucro performante e con riferimento ad una zona climatica B, in clima mediterraneo. Dal punto di vista tipologico e funzionale, il modulo abitativo può servire un nucleo familiare di 4 utenti, o anche nuclei in presenza di utenza con anziani e/o disabili, con la possibilità di automatizzare e provvedere a sistemi domotici per servizi etc. L'aggregazione a tre di un modulo base, consente il trasporto dell'intera casa con 3 automezzi, compreso impianti e forniture integrate.

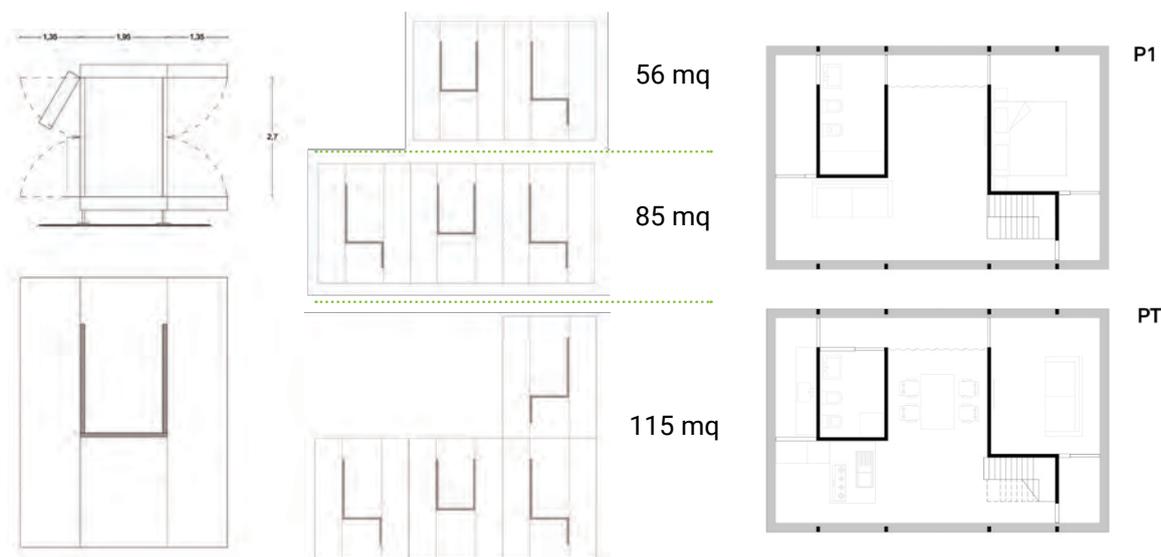


Figura 4. Componibilità delle differenti tipologie e distribuzione su due livelli (design: G.Sgaramella, 2017)

2. S2_Home – design driven innovation

S2_Home, all'interno di un processo di "design driven innovation" diventa il prodotto di un processo di innovazione e sviluppo ad alto contenuto di specializzazione.

**Fasi del progetto/
processo**

Il processo, fin dalla sua fase gestionale, propone il trasferimento delle attività di avanzamento tecnologico e la loro traduzione verso l'innovazione di tipo "radicale", dovuto di fatto all'integrazione di studi, simulazioni progettuali e di processo e indagini di mercato con un network di competenze, direttamente proiettati a soddisfare la domanda dell'azienda.

La strategia di management segue gli indirizzi "dell'industrial design" declinato sugli aspetti di sostenibilità dei processi, includendo i requisiti di qualità della vita e di benessere, quali obiettivi e targets del prodotto finale e trasferendoli sulla capacità della produzione industriale di realizzare sistemi ad alta qualità. Tre le fasi di gestione del processo e di organizzazione del lavoro di produzione del design:

FASE 1_Concept & innovation Processo/design project

- Definizione concept innovativo e illustrazione processo/progetto
- Attività di definizione tecnico-progettuale (aspetti architettonici e funzionali; tecnologici e impiantistici; antisismici – pre-ingegnerizzazione ed ingegnerizzazione)
- Attività di pre-manufacturing (selezione forniture e predisposizione attività di cantiere/prototipo)

FASE 2_Manufacturing and marketing

- Prototipazione e simulazioni (cantiere)
- Attività di post- produzione (informazioni tecniche e commerciali)
- Attività di pre-manufacturing (selezione forniture e predisposizione attività di cantiere/ prototipo)

FASE 3_Manufacturing and marketing

- Sviluppo sperimentale e posizionamento sul mercato del Prototipo commerciale (brevetto)
- Programma di disseminazione e industrializzazione

Il passaggio tra la fase 1 (febr. /sett.2017) e la fase 2 (febr./luglio 2019), "dal concept alla prototipazione", ha interessato le attività di ingegnerizzazione del progetto, per poi avviare le attività in officina con la realizzazione del prototipo/MVP e sono scandite in due tempi: *Tempi del processo/ progetto*

TIME I

- a. Concept and Innovation Design
(definizione, progetto, pre-manufacturing)
- b. Manufacturing Involucro
(prototipazione involucro, testing involucro, manufacturing)
- c. Report e dissemination risultati

TIME II

- d. Revisione Progetto e Selezione Modulo Tipologico I fase
- e. Ingegnerizzazione del modulo strutturale e del modulo ibrido
- f. Ingegnerizzazione del progetto con disegni di fabbrica e di fabbricazione
- g. Ingegnerizzazione del processo con pre-prototipazione e ecodesign, componenti, modelli/ manufacturing in azienda e sperimentazione sensing involucro
- h. Report e dissemination risultati



2a. Il design sui livelli di performances

Concept integrato

Il project-design del modulo abitativo ha trasferito le richieste della committenza (*performance sulla domanda*) nel concept integrato della S2_Home, con un processo di tipo metaprogettuale che è diventato il programma delle attività di studio e il riferimento della progettazione interdisciplinare per il passaggio dalla fase di "concept" alla fase di "definizione del tipo". Già nella fase di concept si avvia la progettazione per una logica degli spazi-ambiente e degli spazi filtro; per una logica della struttura; per una logica dell'involucro; per una logica della copertura (*performance sulla definizione dei requisiti integrati*).

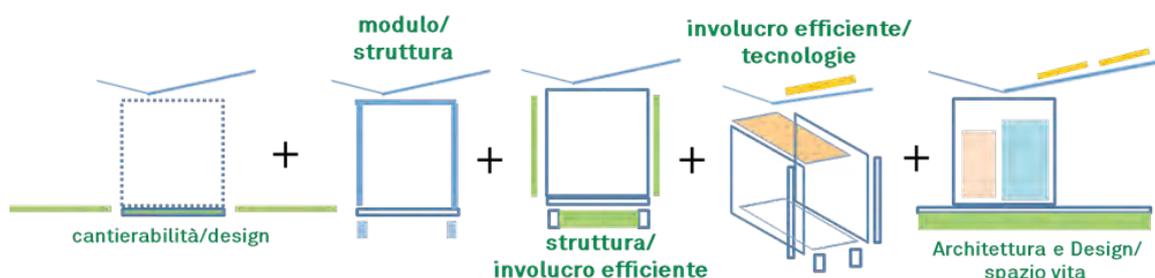


Figura 5. Integrated Concept (design: C.Nava, 2017)

Total Sustainable Design

Anche in questa esperienza si tratta di procedere secondo la traiettoria della sostenibilità servita da un approccio di "total design". *Il progetto sostenibile è sempre un "disegno totale" capace di ritrovare momenti di compatibilità con altre dimensioni delle strutture dell'ambiente, quelle più riferite al paesaggio ed ai dispositivi per l'efficienza dei sistemi, ai suoi impianti, fino alla verifica ed alla misura della fattibilità economica e di valutazione delle strategie perseguibili, in regimi di ipersostenibilità di breve - lungo periodo e medio periodo. Non vi è più la reale necessità di distinguere tra approccio sostenibile al progetto e modalità convenzionale di pensare ai sistemi insediativi, agli edifici, all'innovazione dei prodotti di servizio all'abitare.* (C.Nava, 2018).



Riunione tecnica S2_Home presso le Officine De Masi Industrie Meccaniche srl

In passaggio dal *proof of concept alla prototipazione*, nella sua fase di ingegnerizzazione di fatto ha posto le condizioni per individuare i cosiddetti "attributi di prestazione" sulla domanda iniziale (cfr fig.5), prima ancora che declinare le configurazioni sulle capacità del modulo abitativo stesso, come risultati del processo di design driven innovation.

In questo percorso, alcune delle qualità emerse nel concept integrato hanno posto questioni tecnologiche in grado di formulare "un discorso avanzato" di innovazione, per il conseguimento

dei risultati forniti dalle configurazioni fisiche e dai livelli di funzionamento di S2_Home. L'ingegnerizzazione del progetto, soprattutto nel passaggio dal disegno di dettaglio a quelli di fabbrica, ha definito il nuovo glossario operativo e tecnico di tale avanzamento e innovazione, un disegno "a misura" che ha dovuto cercare le soluzioni più efficaci e compatibili tra tipo, tecnologie, officine, cantiere. (cfr C.Nava, parte IV).

2b. Il design aumentato sull'implementazione delle soluzioni: l'interfaccia involucro/pelle

La distribuzione interna del tipo selezionato per la prototipazione, ha un rapporto diretto tra distribuzione degli spazi funzionali e involucro nel suo concetto di "frontiera" ad alte prestazioni energetico-ambientali, attestate sul profilo ibrido del modulo abitativo.

La partitura dei sottosistemi di involucro nel rapporto tra superficie specchiata e opaca è dotata dei dispositivi di areazione naturale, che sono collocati sui fronti nord-sud per forzare la ventilazione incrociata negli ambienti retrostanti, attraverso sistemi di griglia e sportelli-vasistas e sui fronti est-ovest, con infisso apribile in alto, per migliorare il contributo di areazione nello stato di chiusura degli infissi.

Raffrescamento naturale e illuminazione diretta

Tale sistema integrato, migliora le prestazioni nel periodo estivo e contribuisce a quanto già assicurato dal sistema di isolamento dell'involucro, la cui stratificazione in fibre di poliestere stratificato riciclato aumenta il profilo ambientale ed ecologico del modulo abitativo.

Così come il rivestimento esterno, corre lungo tutti i sistemi di facciata, con pannelli in alluminio e legno, fissati alla struttura sottostante del sistema di involucro, adottando sistemi di giunzione ed ancoraggio direttamente sul telaio in alluminio. La partitura stessa e la modularità di tali pannelli risulta quindi scelta integrata agli aspetti descritti, per l'attivazione della funzione passiva della ventilazione naturale e dell'illuminazione diretta.

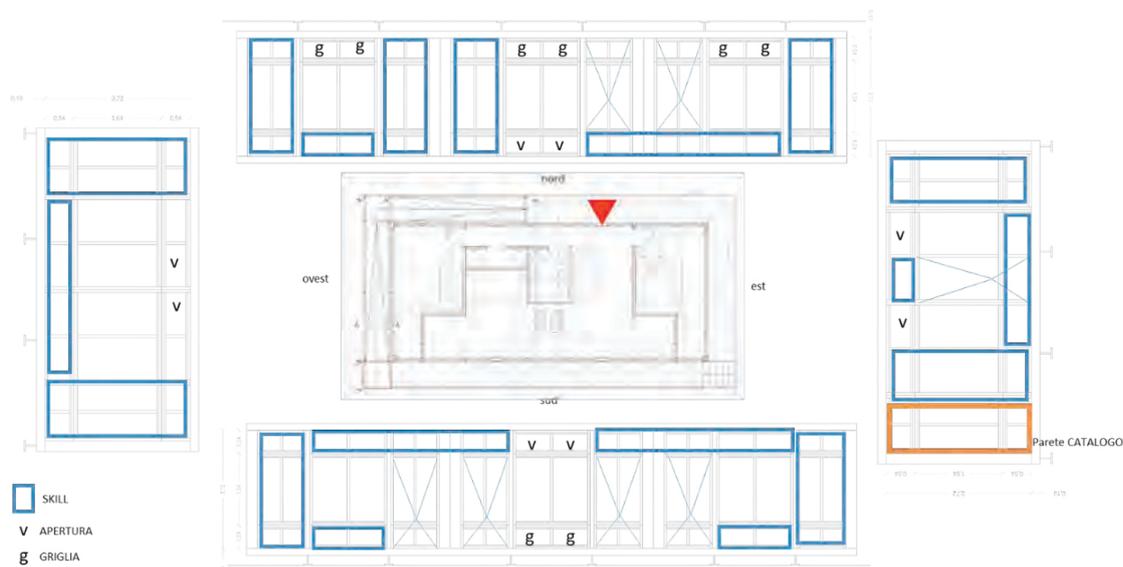


Figura 6. Sistema integrato per funzionamento passivo della frontiera e dispositivi in facciata (concept: C.Nava, 2019)

La scatola funzionale della S2_Home ha pertanto un sistema di pelle materica sensibile e anche reattiva (con la sperimentazione cinetica), che può assumere rivestimenti differenti ma che con il suo sistema di ancoraggio fisso diviene di riferimento per la giustapposizione dei pannelli, degli infissi, dei dispositivi di ombreggiamento e delle chiusure stesse.

La prestazione da funzionamento passivo, integrata al funzionamento attivo dei sistemi-impianti, è garantita dal design di un sistema di involucro che consente di ripartire e prefabbricare in maniera evoluta tutto il sistema degli infissi fissi e mobili. Pertanto la fase di ingegnerizzazione ha accordato la domanda di benessere con la risposta delle soluzioni tecniche, per raggiungere i livelli di performance richiesti e descritti successivamente.

Benessere e modello ibrido

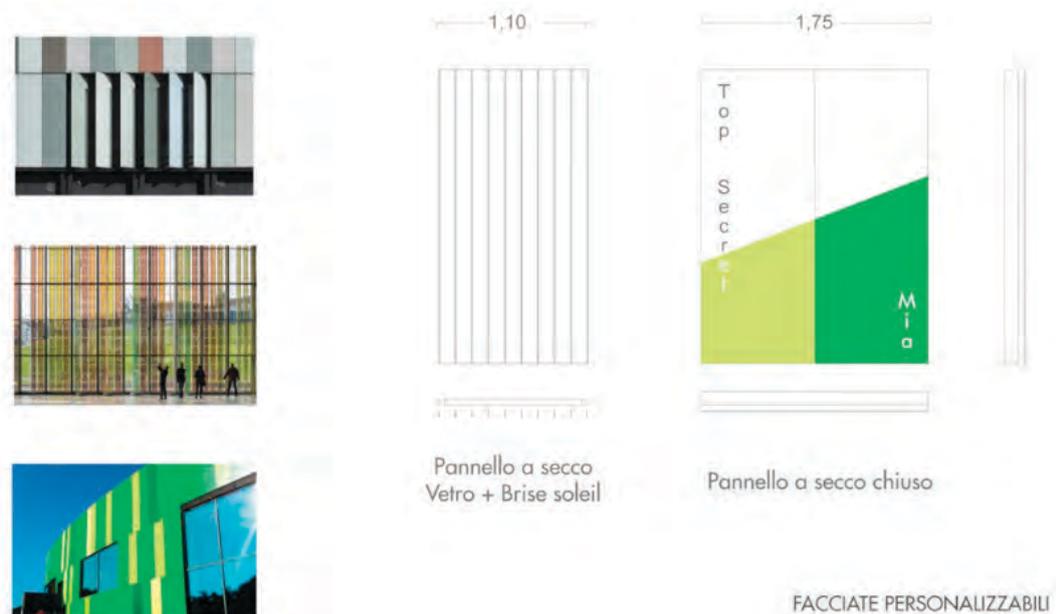


Figura 7. Sistema di involucro, struttura e rivestimento (design: G. Sgaramella, A. Procopio, 2017)



Figura 8. Prospetto sud (design: R. Zinghin, 2019)

2c. Sul ruolo dell'additive manufacturing nella fase di pre-prototipazione

Il progetto della S2_Home, nei suoi due tempi del processo di design, ha previsto tra le altre, le attività di produzione dei modelli attraverso l'additive manufacturing con stampa in 3D dei componenti.

TIME I - *Manufacturing Involucro* (prototipazione involucro, testing involucro, manufacturing)

TIME II - *Ingegnerizzazione del processo con pre-prototipazione e ecodesign*, componenti, modelli/manufacturing in azienda e sperimentazione sensing involucro.

Un processo di verifica tra il design dei sistemi e la loro fabbricazione presso le officine, che ha la funzione di testing dei sistemi di aggregazione e montaggio dei moduli abitativi e dell'automazione dei sottosistemi delle pareti e dei dispositivi nel plenum di base per gli impianti e in copertura; di controllo del design dei nodi e dei punti di giunzione e ancoraggio con riferimento al rapporto tra struttura- pannelli da montare e assemblare, sistemi di servizio per lo scorrimento e l'automazione di tali pannelli e sistemi aggiunti degli infissi e dei componenti di carterizzazione, copertine, etc.



Figura 7. Sistema di involucro, struttura e rivestimento (design: G. Sgaramella, A. Procopio, 2017)



Figura 9. Studi, modelli e pre-prototipazione del Sistema involucro c/o Pmopenlab (A.Procopio, D.Emo, 2019)

3. Capacità di performance su due livelli: esigenze dell'utenza e requisiti del modulo abitativo

Definire i requisiti e le qualità del modulo S2_Home, è stato l'obiettivo integrato che ha dato il via al processo di design integrato. In un'idea olistica di modello di abitare e di qualità della vita, ogni livello di performance ha puntato a soddisfare le esigenze di un'utenza individuabile, puntando ad una sostenibilità del processo e del prodotto, capace di esprimere prestazioni ad alto livello.

È ciò che si è realizzato attraverso l'approccio metodologico-operativo, definibile come *"integrated design and assessing sustainability"* (cfr C.Nava, parte IV), al fine di trasferire in termini di efficacia delle soluzioni tecnologiche ed efficienza degli assetti di funzionamento e d'uso, le esigenze dell'utenza ai requisiti del modulo S2_home.

Quindi sono esprimibili capacità di performance su due livelli: *livello 0_ sulla domanda del prototipo /MVP, livello 1_ sui requisiti integrati di sicurezza, energia e innovazione materiali.*

Di seguito il dettaglio delle capacità espresse ed emerse dalla fase di design integrato.

3.1. Livello 0: Performance sulla domanda del prototipo /MVP

Attraverso il processo di design di livello 0, si definiscono le classi di requisiti (targets) sulla domanda del prototipo/MVP per:

- > **una struttura per contesti sensibili:** oltre una struttura di "emergenza" per un sistema abitativo per "contesti sensibili" ed "off shore", rispondendo con la transizione o l'autonomia energetico-ambientale, oltre agli insediamenti già serviti da reti;
- > **un sistema modulare abitativo flessibile:** secondo richieste della committenza riferibili al progetto strutturale antisismico ed al tipo morfologico e distributivo degli ambienti, per una tipologia di utenza differente (coppia, famiglia, disabili/anziani) con un modulo base mq 55 e rendendo disponibili tipologie da mq.85/112/170 ad uno/due livelli;
- > **per un metabolismo delle reti:** con un modulo di un sistema insediativo che ottimizza alcune relazioni con le reti, mentre configura la sua corrispondente aggregazione, con la possibilità di avere varianti architettoniche e di funzionamento (distretti autonomi e funzionamento in smart grid);
- > **un sistema competitivo a livello economico:** sistema sostenibile anche dal punto di vista economico con il costo del modulo base completamente attrezzato, da un minimo di Euro 1400/mq a un max di Euro 1600/mq;
- > **attraverso una industrializzazione evoluta – metalmeccanica avanzata e sensing:** con un modulo nato da un prototipo/MVP sperimentale su un progetto pensato per la sua industrializzazione evoluta con un sistema costruttivo a secco e sistemi innovativi di involucro reattivo, con la possibilità di integrare le tecnologie Arduino alla pelle dell'involucro. Un sistema a Kit trasportabile, da montarsi in situ completamente, con fasi in automontaggio in parte con automazione e parte in montaggio operativo.

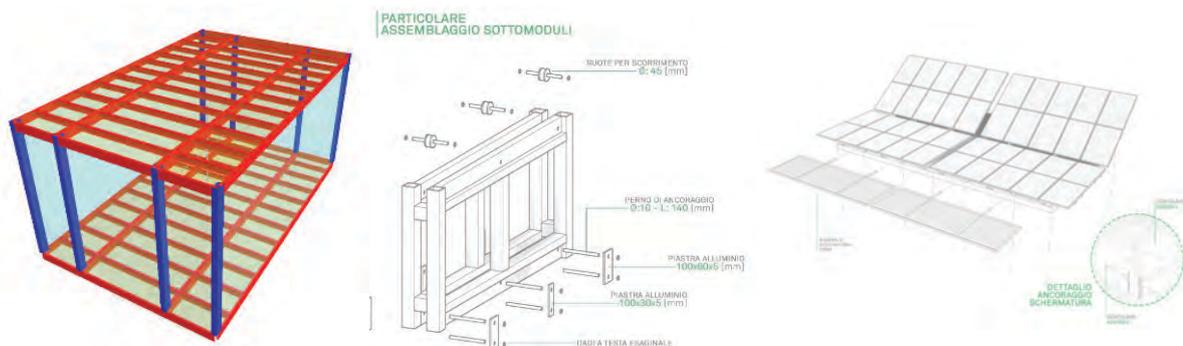


Figure 10. Sistemi di assemblaggio realizzati "off-site". (Design. F.Astorino, A.Procopio, R.Astorino)

3.2. Livello 1: Performance sui requisiti integrati di sicurezza, energia e innovazione materiali

Attraverso il processo di design di livello 1, si definiscono le classi di requisiti (targets) integrati per la sicurezza, l'energia e l'innovazione dei materiali per

- > **un Kit**, sistema sicuro "agile da montare": con una scatola montabile con setti e piani e sistemi integrati, come un "kit" intelligente di setti strutturali, pareti divisorie e di chiusura sulla struttura di tipo scatolare, in acciaio e alluminio. Con sistemi di automazione sugli elementi non movibili manualmente e riduzione dei sistemi di connessione al massimo (bassa manutenzione). Un modulo antisismico su piedini di appoggio dell'intero modulo abitativo, su una platea di base predisposta.
- > **una copertura integrata:** una copertura strutturale, integrabile per tecnologie solari e fotovoltaiche e orientabile con sistemi meccanici di movimentazione e orientamento più efficiente.
- > **una piastra di base funzionale:** con un plenum di fondazione e sistema di supporto per il montaggio della struttura e della frontiera di chiusura, capace di contenere tutti i sistemi

impianti, completi di tutte le attrezzature anche per il monitoraggio e gli appoggi strutturali di fondazione. Un cavedio di distribuzione delle reti verso i sistemi in elevazione e di fornitura per i servizi e le forniture del modulo.

> **una casa a basso consumo:** con un involucro reattivo, capace di termoregolare il modulo a temperature fredde e calde, dimensionato su prestazioni performanti per differenti zone climatiche (dalla A alla F) e con lo stesso sistema di isolamento, con pannelli triplo-stratificati in poliestere riciclato e con moduli inseriti in facciata continua. Un modello di abitazione certificabile energeticamente e anche su alcuni protocolli nazionali ed europei (itaca/leed), una casa a basso/zero consumo energetico (classe energetica A4).

> **un sistema connesso ad una griglia energetica:** per una casa alimentata da tecnologie solari e impianti di riciclo acque (servizi e cucina). La copertura del fabbisogno energetico parti al 96,4% da FV e 3,6% da diesel per batterie solari, con un'autonomia dei moduli di 2 giorni, isolati da forniture in rete o funzionamento della smart grid. Un nodo energetico in una smart-grid, capace di governare la transizione di produzione, accumulo e distribuzione per un intero cluster con i 9 moduli abitativi connessi in rete come poli energetici.

> **una casa ecologica, innovativa e prodotto di un modello di economia circolare:** materiali energeticamente performanti, ecologici, compatibili con una costruzione a secco e provenienti da processi e filiere del riciclo. I livelli di funzionamento come sistema isolato o collegato in rete ai servizi insediativi, realizza le prestazioni di un sistema rispondente ai modelli di economia circolare: consumo, produzione, riciclo, innovazione. Una casa durevole e testata agli impatti da cambiamenti climatici e da invecchiamento (testing energetici e di aging condotti da Enea per il progetto S2_Home).



Figura 11 Frontiera: 1. Rivestimento interno (es. pannelli in legno di abete), 2. Barriera al vapore, 3. Isolante termoacustico in fibre di poliestere riciclato su telai in alluminio, 4. Barriera antivento, 5. Rivestimento esterno (es. doghe scatolari in alluminio verniciato). Progetto e montaggio prototipo per testing in officine De Masi (C.Nava, R.Astorino, A.Procopio, 2017).

4. La misura dell'innovazione del progetto-ricerca S2_Home: autovalutazione del TRL

Tra le ambizioni del progetto-ricerca per il modulo S2_Home, quello di posizionare tutto il lavoro prodotto nell'ecosistema dell'innovazione, in cui la valorizzazione dei risultati della ricerca scientifica può avvenire attraverso un processo di convalida industriale, con una definizione del processo di industrializzazione ad alto valore aggiunto. Come anticipato in premessa, tale lavoro peraltro, può collocarsi in ambiti specialistici relativi al sistema Industria 4.0, riferendosi per le KETs di Horizon 2020 alle tecnologie di processo/prodotto sui "sistemi manifatturieri avanzati" e "materiali avanzati" e nel contesto produttivo di Strategia Intelligente Regionale – S3 Calabria, per le traiettorie di "Edilizia Sostenibile" e "Smart Manufacturing".

La misura dell'innovazione del progetto-ricerca a cura del team che ha operato in I e II fase, può testarsi su un metodo di valutazione che fa riferimento al concetto di "maturità tecnologica", testando il processo come definito dal TRL, Technology Readiness Level "su una scala di valori da 1 a 9, come definita dalla Commissione Europea nel Programma Horizon 2020 – Work Programme 2018-2020 General Annexes – Extract from Part 19 – Commission Decision C (2017)7124. La metodologia TRL, sviluppata originariamente dalla NASA, ha subito modifiche fino al 2013 quando la ISO ha pubblicato la norma "ISO 16290:2013 Space systems

Convalida
industriale

TRL - Horizon2020

- Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment", per definire i livelli di maturità tecnologica ed i relativi criteri di valutazione; è oggi utilizzata anche dal Dipartimento della Difesa americano e dall'Agenzia Spaziale Europea.

Tale metodo è presente anche nell'ultimo Decreto Direttoriale del MISE, del 29 gennaio 2018, relativo alla "Costituzione dei Centri di competenza ad alta specializzazione", in cui si fa riferimento al livello di maturità tecnologica".

I riferimenti su cui confrontare le proprie applicazioni per valutare tale livello di innovazione sono:



TRL 1 Basic principles observed / Osservati i principi fondamentali

TRL 2 Technology concept formulated/ formulato il concetto della tecnologia

TRL 3 Experimental proof of concept/ prova di concetto sperimentale

TRL 4 Technology validated in lab/ tecnologia convalidata in laboratorio

TRL 5 *Technology validated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)/ tecnologia convalidata in ambiente industrialmente rilevante*

TRL 6 *Technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies) / tecnologia convalidata in ambiente industrialmente rilevante*

TRL 7 *System prototype demonstration in operational environment/ Dimostrazione di un prototipo di sistema in ambiente operativo*

TRL 8 *System complete and qualified/ Sistema completo e qualificato*

TRL 9 *Actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)/ sistema realmente provato in ambiente operativo (produzione competitiva, commercializzazione).*

4.1 Attività di Testing TRL sul processo/progetto/prodotto S2_Home

Di seguito l'attività di testing per autovalutare S2_Home, attraverso le sue fasi e attività sui livelli TRL di misura dell'innovazione.

A) implementazione del processo nel modello scalare di riferimento.

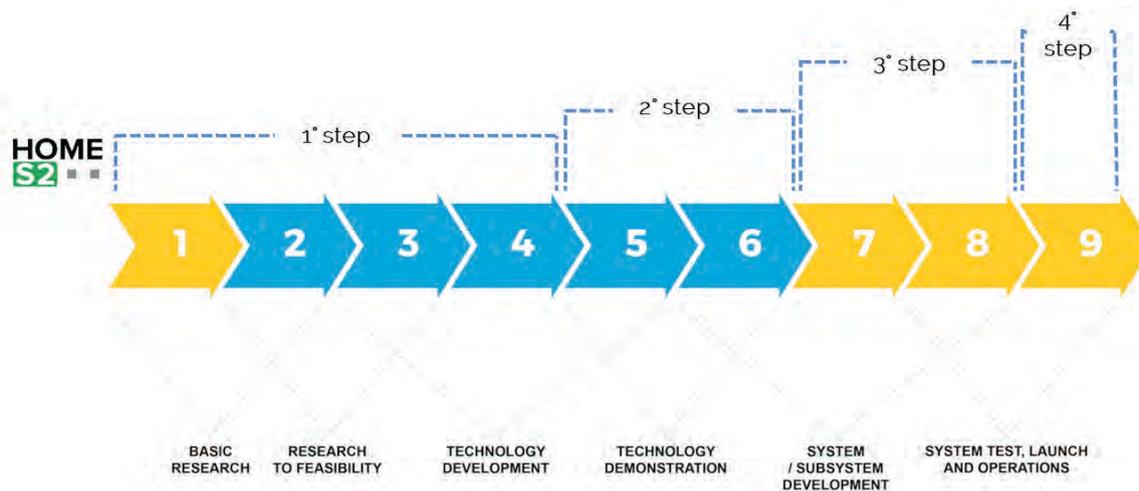


Diagramma S2_Home implementato su modello NDA (CNava, 2019)
Guide to Technology Readiness Levels for the NDA Estate and its Supply Chain

Source: <https://www.gov.uk/government/news/guidance-on-technology-readiness-levels>

B) dettaglio delle attività S2_ Home con riferimento al modello TRL.

Riferimento livello TRL	Step S2_Home	Attività S2_Home
<p>TRL 1 - Osservati i principi fondamentali</p>	1° step	<p>Costruzione del processo/progetto: design driven innovation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innovazione di processo dal proof of concept al prototipo MVP - Innovazione tra disegno esecutivo e disegno di fabbrica - Innovazione della compatibilità dei materiali per l'involucro verso il prototipo
<p>TRL 2 - Formulato il concetto della tecnologia</p>	1° step	<p>Concept e design (1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - sostenibilità integrata "off shore" e "off site" - modulo abitativo tra architettura e paesaggio
<p>TRL 3 - Prova di concetto sperimentale</p>	1° step	<p>Concept e design (2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - modello energetico e prestazioni energetico-ambientali per gli scenari climatici - modello strutturale e sua configurazione tipologica-tecnologica - design, tecnologie e materiali dei sistemi di montaggio: involucro; copertura <p>Scenari di fattibilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - costruzione della smart grid alla scala aggregativa di insediamento: sistemi, funzionamenti, architettura ed efficienza prestazionale della rete - definizione degli scenari aggregativi e prestazioni ambientali di paesaggio - definizione degli scenari dei costi e comparazione con prodotti innovativi analoghi, valutazione degli impatti e delle convenienze
<p>TRL 4 - Tecnologia convalidata in laboratorio</p>	1° step	<p>c/o Officine De Masi, Laboratori Enea Trisaia, PMopenlab:</p> <ul style="list-style-type: none"> - costruzione della smart grid alla scala aggregativa di insediamento: sistemi, funzionamenti, architettura ed efficienza prestazionale della rete - definizione degli scenari aggregativi e prestazioni ambientali di paesaggio - definizione degli scenari dei costi e comparazione con prodotti innovativi analoghi, valutazione degli impatti e delle convenienze
<p>TRL 5 - Tecnologia abilitante convalidata in ambiente industrialmente</p>	2° step	<p>Tecnologie di prodotto e processo: fase di ingegnerizzazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - disegno esecutivo dell'involucro e del sistema buffer - disegno esecutivo degli impianti sul modello ibrido - disegno esecutivo delle strutture, dei sistemi di assemblaggio e automazione

		<p>Tecnologie di processo: valutazione della sostenibilità</p> <ul style="list-style-type: none"> - requisiti della smart grid e tipologia dei modelli insediativi in transizione - progettazione e valutazione delle performances di sostenibilità dei casi sugli scenari <p>Tecnologie di processo: valutazione della sostenibilità</p> <ul style="list-style-type: none"> - requisiti della smart grid e tipologia dei modelli insediativi in transizione - progettazione e valutazione delle performances di sostenibilità dei casi sugli scenari
<p>TRL 6 - Tecnologia convalidata in ambiente industrialmente rilevante</p>	<p>2° step</p>	<p>c/o PMopenlab, Officine De Masi Design integred e Maufacturing:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ecodesign, Modellazione e Controllo della soluzione tecnica in pre-prototipazione - prestazioni energetico-ambientali, monitoraggio e cibernetica con la tecnologia Arduino su sistema di facciata: prefattibilità
<p>TRL 7 - Dimostrazione di un prototipo di sistema in ambiente operativo</p>	<p>3° step</p>	<p>Fase di prototipazione c/o Officine De Masi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - attività di verifica della fase di ingegnerizzazione e disegni di fabbrica: definizione tecnologica del modulo S2_home - attività sul prototipo/MVP (simbiosi industriale) - ingegnerizzazione del prototipo su scala reale - attività di monitoraggio performances (prove e test in scala reale)
<p>TRL 8 - Sistema completo e qualificato</p>	<p>3° step</p>	<p>Fase di industrializzazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Attività di comunicazione, branding e brevettazione - Valutazione e attività competitiva
<p>TRL 9 - sistema realmente provato in ambiente operativo (produzione competitiva, commercializzazione)</p>	<p>4° step</p>	<p>Fase di industrializzazione e commercializzazione</p>

Dalla valutazione eseguita in dettaglio, emerge come la fase I e fase II del progetto-ricerca siano andate in 12 mesi di lavoro complessivo oltre il livello atteso, di solito attestabile sul TRL4 e abbiano anticipato con le attività svolte nella fase II, le attività di prototipazione in ambiente rilevante a livello di laboratorio e in officina (processo pre-industriale), raggiungendo il livello di innovazione TRL5/TRL6. Ciò consente di affrontare tutta la fase successiva di industrializzazione, con il 3° e 4° step in continuità, raggiungendo i livelli TRL 7/8/9, con le attività descritte in programma. Il processo di convalida industriale che si avvia con il livello di qualificazione TRL4, per il progetto-ricerca S2 Home può dirsi già competitivo ed accelerato, trovandosi dopo lo step 1/2, con la qualificazione raggiunta per livello di innovazione TRL6. La convalida industriale è stata verificata con l'elezione del caso sulla piattaforma dedicata INGEGNO.