

La filiera dei materiali compositi per il rinforzo strutturale: inquadramento, requisiti di tracciabilità e ruolo della blockchain

Alessandro Bellini



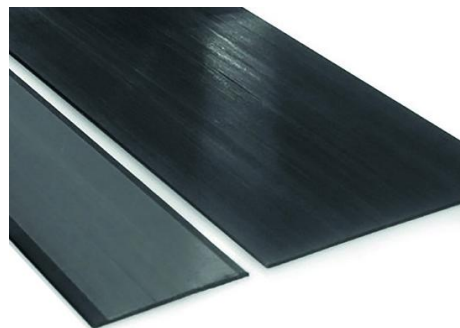
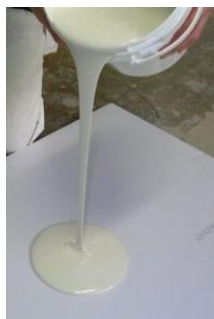
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CENTRO
INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE
EDILIZIA E COSTRUZIONI

12/05/2026

I materiali compositi per il rinforzo strutturale

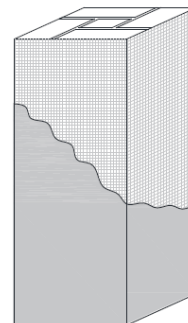
FRP (Fiber Reinforced Polymer): materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica:



laminati in situ

preformati

FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix): materiali compositi fibrorinforzati a matrice inorganica



Alcuni esempi applicativi

- Rinforzo a flessione e taglio di travi in c.a. e c.a.p.
- Rinforzo di pareti murarie
- Rinforzo di solai
- Confinamento di colonne in murature
- Rinforzo di pilastri
- Rinforzo di archi e volte



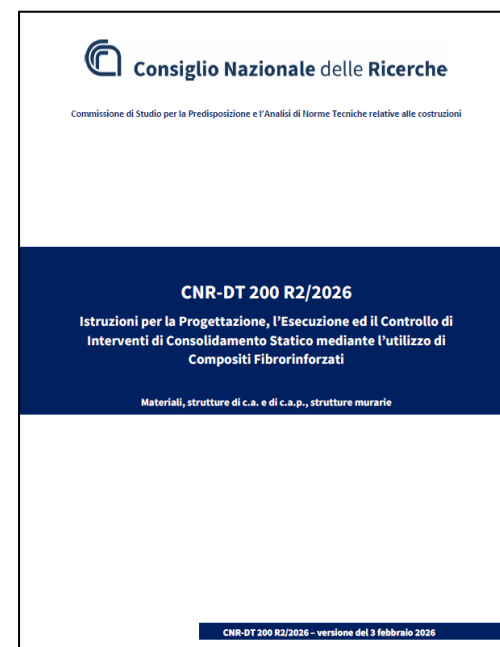
Normative di riferimento

Materiali compositi FRP

- **Linea Guida** per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (**FRP**) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti
- **CNR-DT 200 R2/2026** Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati

Materiali compositi FRCM

- **Linea Guida** per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (**FRCM**) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti
- **CNR-DT 215/2018** Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica



Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRP (realizzati in situ)

MATERIALI BASE



FIBRA

Produzione

Tessitura

RESINA

Produzione



**SISTEMA DI
RINFORZO**

Identificazione prodotto finale

Qualifica sistema

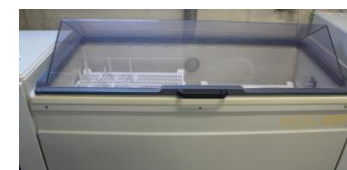
Commercializzazione

Progettazione

Attività di cantiere

Accettazione

Collaudo



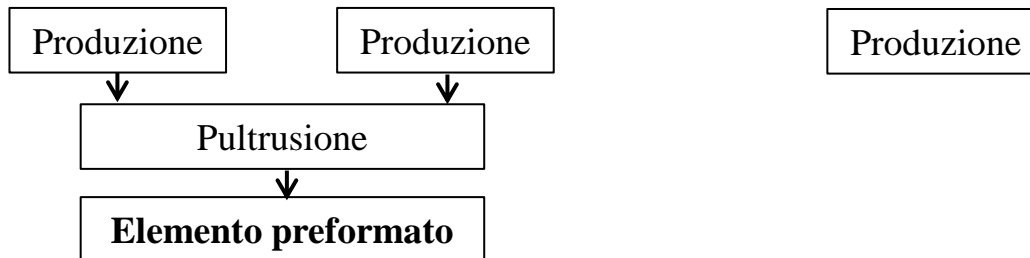
Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRP (preformati)

MATERIALI BASE

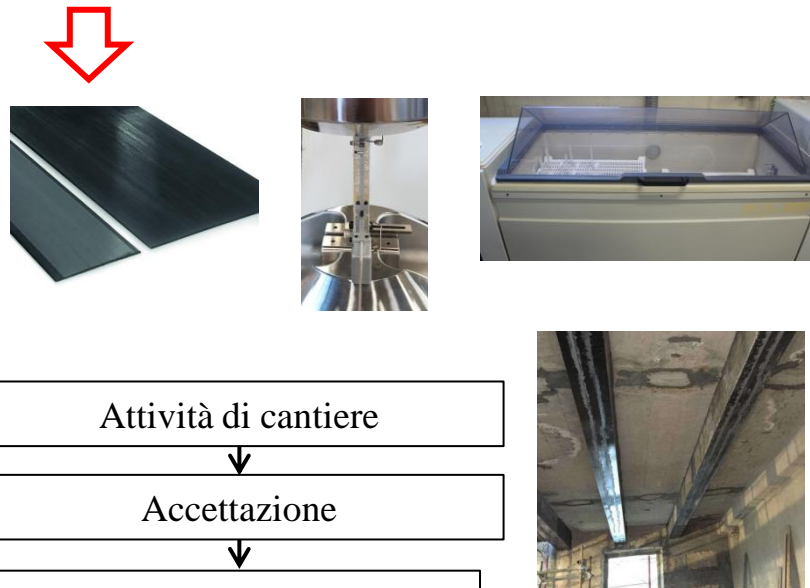
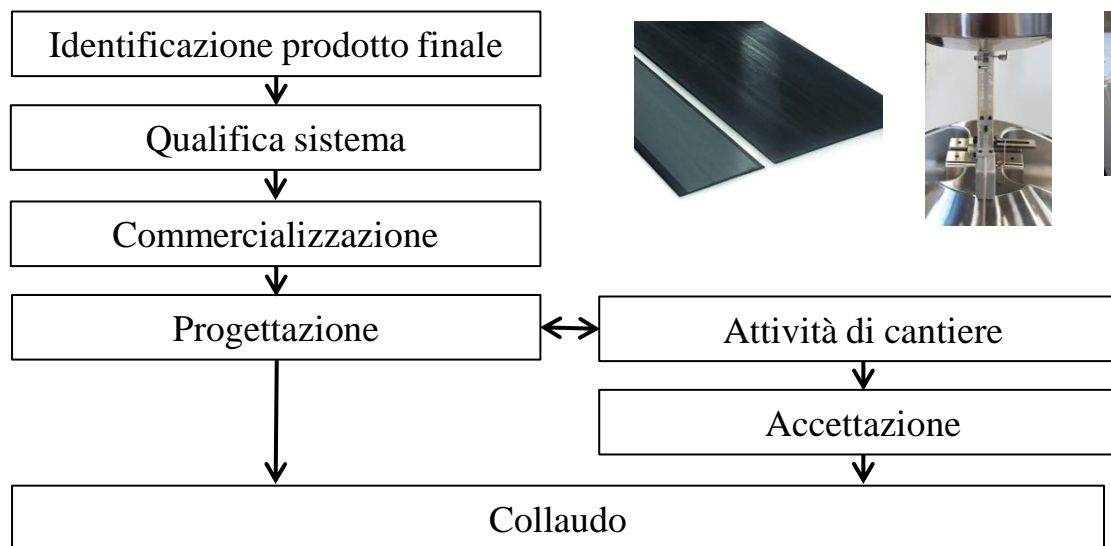
FIBRA

RESINA (matrice)

RESINA (incollaggio)



**SISTEMA DI
RINFORZO**



Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRP (preformati)

MATERIALI BASE

FIBRA

RESINA (matrice)

RESINA (incollaggio)

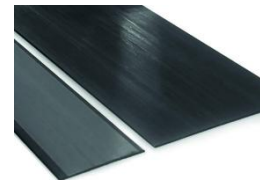
Produzione

Produzione

Produzione

Pultrusione

Elemento preformato



**SISTEMA DI
RINFORZO**

Identificazione prodotto finale

Qualifica sistema

Commercializzazione

Progettazione

Attività di cantiere

Accettazione

Collaudo



Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRP (preformati)

MATERIALI BASE

FIBRA

RESINA (matrice)

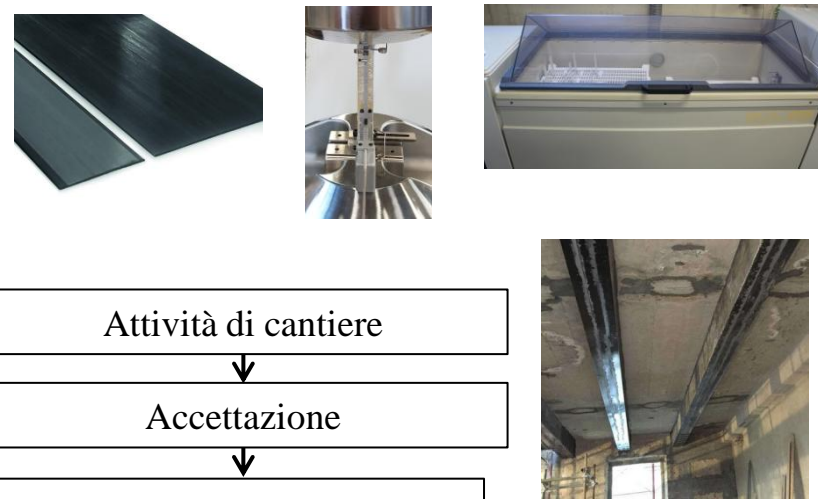
RESINA (incollaggio)

Produzione

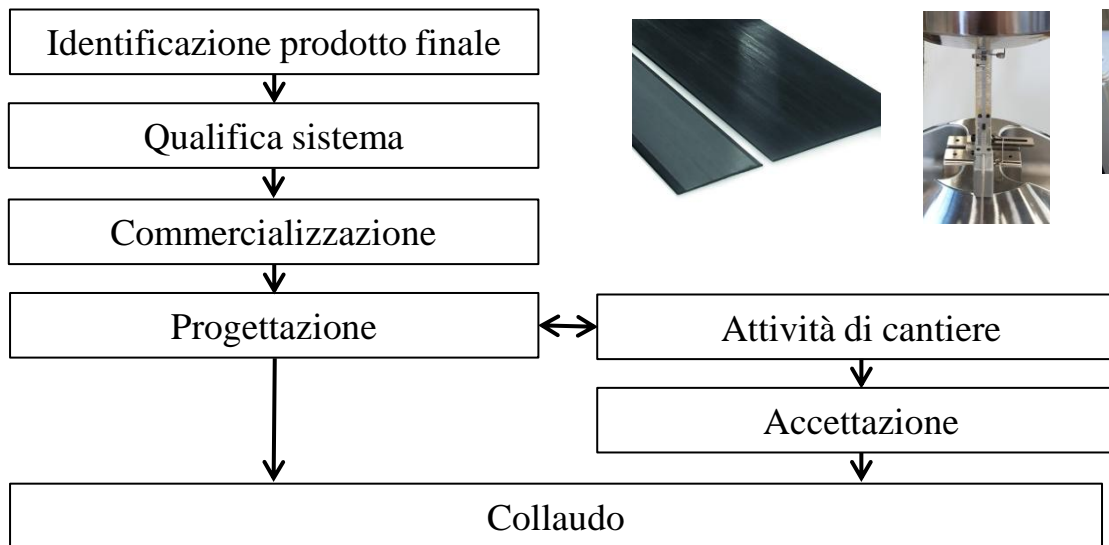
Produzione

Produzione

Pultrusione
↓
Elemento preformato

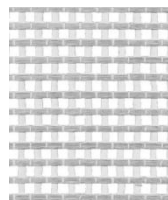


**SISTEMA DI
RINFORZO**



Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRCM

MATERIALI BASE



FIBRA

Produzione



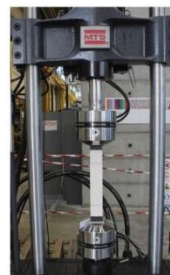
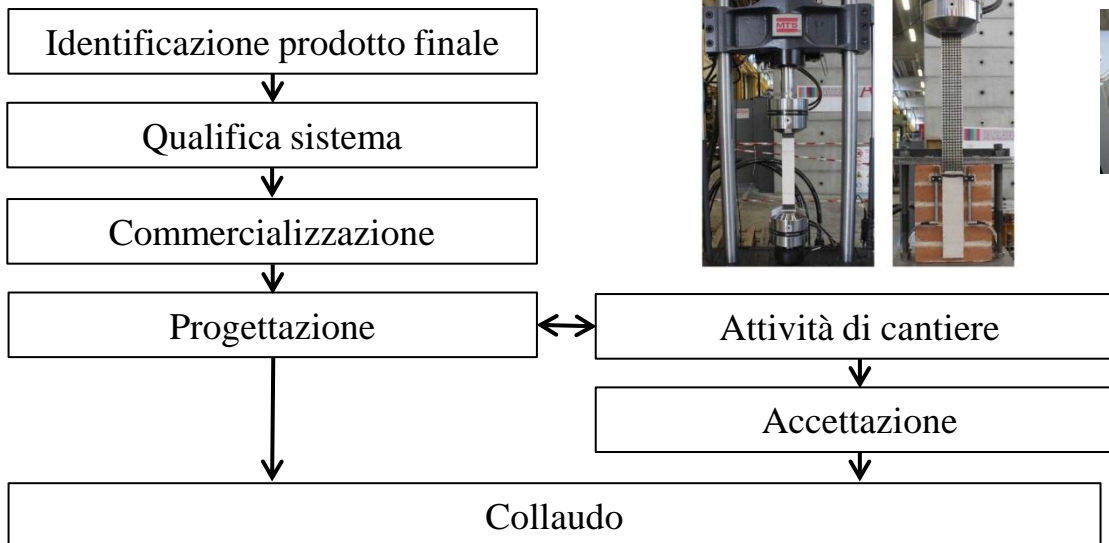
Tessitura

MATRICE

Produzione
(stabilimento)

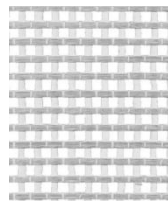


**SISTEMA DI
RINFORZO**



Identificazione delle macro-fasi: materiali compositi FRCM

MATERIALI BASE



FIBRA

Produzione



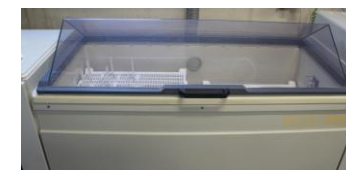
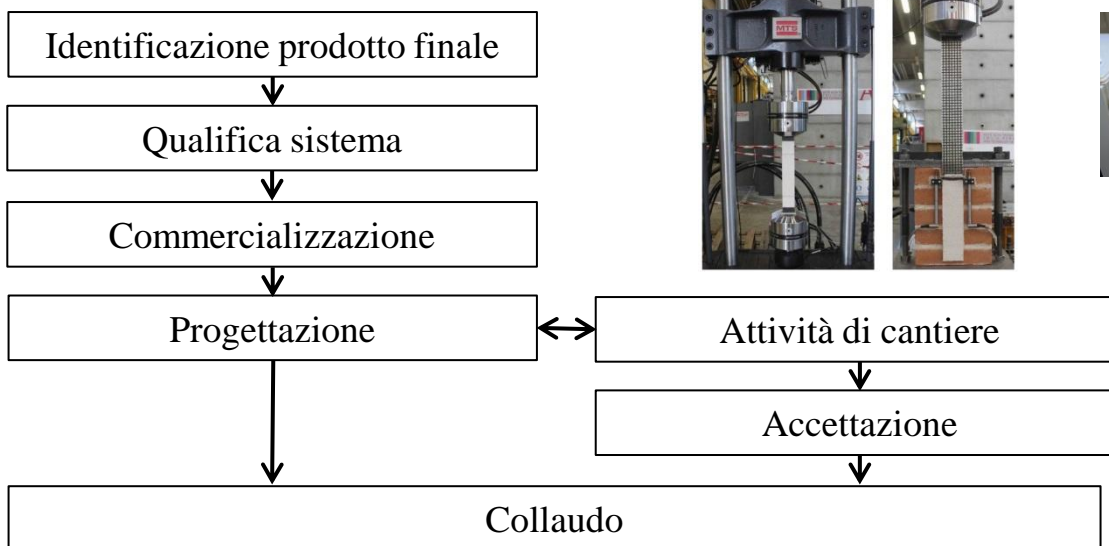
Tessitura

MATRICE

Produzione
(stabilimento)



**SISTEMA DI
RINFORZO**

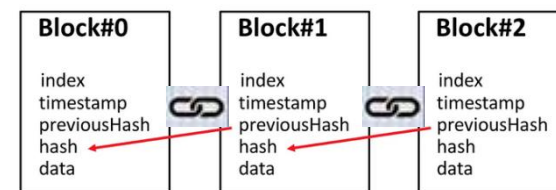
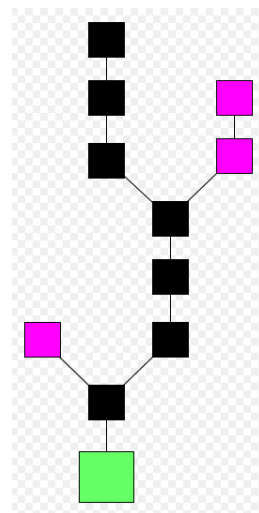
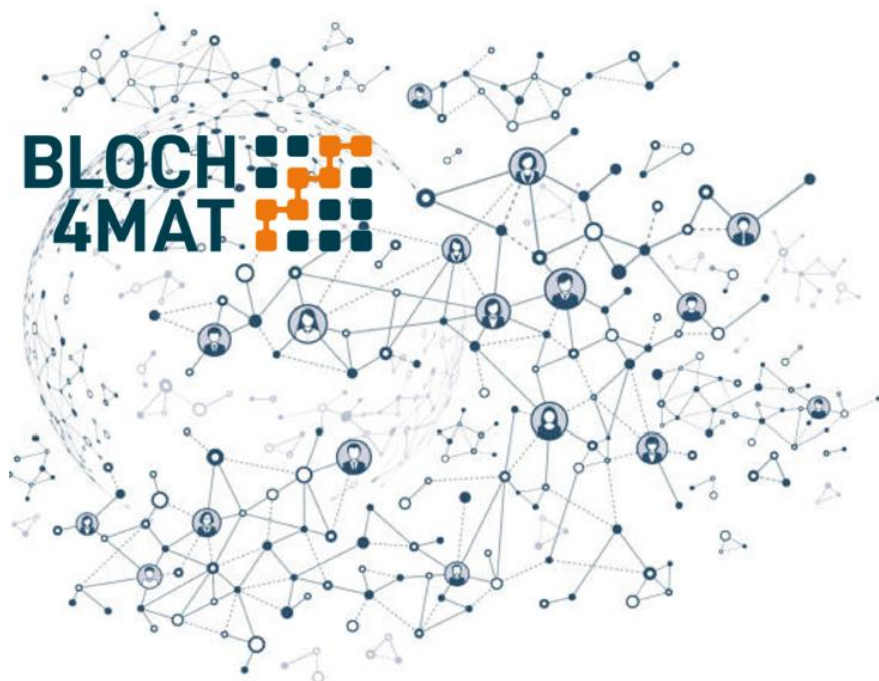


MATERIALE	FASE	INFORMAZIONE NECESSARIE	FIGURE COINVOLTE		
			VISUALIZZAZIONE	CREAZIONE / MODIFICA	
Materiale base (fibra)	Produzione (filo)	Produttore (fibra) Stabilimento Lotto/Data Qualifica (CE, ASTM) e certificazione qualità (es. ISO 9001)	Stabilimento tessitura Produttore finale (secondo CVT) STC / laboratorio incaricato in fase di qualifica	Stabilimento tessitura (<i>chi produce il tessuto a partire dal filo</i>)	
	Tessitura	Tessitore Stabilimento Lotto/Data Qualifica (CE, ASTM) e certificazione qualità (es. ISO 9001) Scheda di sicurezza	Stabilimento tessitura Produttore finale (secondo CVT) STC / laboratorio incaricato in fase di qualifica	Stabilimento tessitura	
Materiale base (resina)	Produzione resina	Produttore (resina) Stabilimento Lotto/Data Qualifica (CE, ASTM) e certificazione qualità (es. ISO 9001) Scheda di sicurezza	Produttore resina Produttore finale (secondo CVT) STC / laboratorio incaricato in fase di qualifica	Produttore resina	
Sistema di rinforzo (CVT)	Identificazione prodotto (produttore finale)	Produttore finale Codice di identificazione Controllo qualità / certificazione qualità produttore (es. ISO 9001) Schede di sicurezza	Produttore finale (secondo CVT) Progettista DL / operatori qualificati in cantiere DL / laboratorio incaricato in fase di accettazione Collaudatore	Produttore finale (secondo CVT)	
	Qualifica (CVT)	Produttore finale Codice di identificazione Controllo qualità / certificazione qualità produttore (es. ISO 9001) Laboratorio prove accreditato Dati richiesti per ottenimento CVT	Produttore finale (secondo CVT) STC / laboratorio accreditato	Produttore finale con STC / laboratorio accreditato (<i>ciascuno per le parti di competenza</i>)	
	Commercializzazione	Produttore finale Codice di identificazione Lotto / Spedizione Estremi CVT / Esito controlli annuali Manuale di installazione Schede di sicurezza	Produttore finale (secondo CVT) Progettista DL / operatori qualificati in cantiere DL / laboratorio incaricato in fase di accettazione Collaudatore	Produttore finale (secondo CVT)	
	Progettazione (BIM)	Identificazione cantiere Identificazione opera Collocazione rinforzo	Progettista DL / operatori qualificati in cantiere DL / laboratorio incaricato in fase di accettazione Collaudatore	Progettista / collaboratori (<i>in corso di realizzazione del progetto mediante BIM</i>)	
	Attività di cantiere	Arrivo in cantiere Data applicazione Operatori (qualifiche) Collocazione effettiva rinforzo	Produttore finale (secondo CVT) DL in cantiere DL / laboratorio incaricato in fase di accettazione Collaudatore	DL	
	Accettazione	Tipologia rinforzi, DDT (lotto, spedizione), localizzazione Data realizzazione campioni per prove di laboratorio Data invio / consegna campioni al laboratorio Data prove laboratorio Certificato laboratorio Eventuali prove aggiuntive per controllo qualità (CNR DT-200 R1/2013)	Produttore finale (secondo CVT) DL in cantiere DL / laboratorio incaricato in fase di accettazione Collaudatore	DL (<i>per le parti di competenza</i>) Lab (<i>certificato di prova</i>)	
	Collaudo	Collaudo	INPUT: Relazione strutture ultimate DL, certificato corretta posa (impresa/DL) Esito collaudo	Collaudatore Produttore finale (secondo CVT) Progettista Impresa costruttrice Committente	Collaudatore
			Relazione di collaudo		

Alcune considerazioni e problematiche comuni

- Numerose possibilità di impiego per i rinforzi strutturali in materiali compositi
- Diversi vantaggi tra cui il peso ridotto, l'elevata resistenza, la buona durabilità e la facilità e velocità di posa in opera
- Attenzione alla **complessità della filiera** di riferimento: i produttori dei materiali di base sono generalmente diversi dai produttori che identificano, qualificano e commercializzano il prodotto finale
- Pluralità di attori coinvolti e necessità di **controllare il flusso di informazioni**, dalla produzione, alla definizione del prodotto finito, fino alla qualifica, alla commercializzazione e all'impiego in cantiere
- Vietato abbinare componenti provenienti da sistemi di rinforzo diversi, pena la perdita delle proprietà meccaniche e l'assenza di certificazione!!!
- Necessità di avere una **completa tracciabilità a tutti i livelli** della filiera, per garantire che il sistema di rinforzo utilizzato sia composto esattamente dai materiali base previsti, abbia le proprietà meccaniche determinate in fase di qualificazione e progettazione e sia effettivamente il prodotto applicato in cantiere
- **Difficoltà nel reperire le informazioni** da parte dei professionisti del settore

La blockchain in sintesi



- **Blocchi concatenati** collegati tra loro in modo sicuro utilizzando la crittografia
- Ogni blocco contiene un hash crittografico del blocco precedente, un timestamp e dati di transazione
- **Ciascun blocco contiene informazioni sul blocco precedente**
- **Transazioni irreversibili:** una volta registrati, i dati in un determinato blocco non possono essere modificati senza alterare i blocchi successivi.

Il ruolo della blockchain

- Sicurezza, tracciabilità e immutabilità nella condivisione dei dati
- Accesso limitato ai soli operatori abilitati in specifici punti del flusso della filiera
- Requisiti di anti-manomissione / anti-contraffazione
- Modifica (anche solo parziale) ai dati informativi impossibile senza lasciare traccia
- In ogni punto della filiera, è possibile risalire a tutti i contenuti informativi specifici di quel determinato prodotto con sicurezza e affidabilità
- Registri delle transazioni sicuri e trasparenti
- Interazione con BIM e software di progettazione per una condivisione veloce e sicura di tutti i dati necessari
- Applicazione del prototipo di piattaforma a casi reali e interazione diretta con le aziende del settore per suggerimenti a livello di sviluppo e validazione della piattaforma stessa
- **ATTENZIONE:** occorre definire i punti in cui applicare la notarizzazione per evitare un eccessivo costo economico e computazionale della piattaforma!!!

Vantaggi della piattaforma per l'azienda

Certificazioni

Search:

Aggiungi Certificazione

Products

- Nexus Ceramic Co.
 - Stabilimento 1
 - FRP1
 - FRP2
 - Lotto A
 - Stabilimento 2
 - FRP3

Documenti

<input type="checkbox"/>	Nome ↓	Tipo	Emitte	Scadenza	Stato	Blockchain	Azioni
<input type="checkbox"/>	UNI	Prodotto	TÜV Italia	2026-01-15	In Scadenza	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	ISO 9001:2015	Prodotto	ICMQ (Italia)	2026-12-20	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	UKCA (Regno Unito)	Prodotto	BSI - British Standards Institution	2025-01-01	Valida	Certificato	⋮
<input checked="" type="checkbox"/>	QB UPEC (Francia)	Prodotto	CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment	2025-01-01	Valida	Non Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	SQM (Arabia Saudita)	Prodotto	SASO - Saudi Standards, Metrology and Quality Organiza...	2027-01-01	Valida	Non Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	EN 14411	Prodotto	ICQM (Italia)	2026-01-01	In Scadenza	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	ASTM (USA)	Prodotto	Tile Council of North America (TCNA)	2025-01-01	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	JIS (Giappone)	Prodotto	JQA - Japan Quality Assurance Organization	2025-08-01	Scaduta	Non Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	Marcatura CE	Prodotto	TÜV Italia	2027-01-01	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	RoHS	Prodotto	Social Accountability International (SAI)	2027-01-01	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	EMAS	Ambientale	Reg. (CE) n. 1221/2009	2025-01-01	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	ISO 14001	Sistema	ISO / UNI CEI EN ISO	2026-08-11	Valida	Certificato	⋮
<input type="checkbox"/>	SAB000	Sistema	Social Accountability International (SAI)	2025-12-31	In Scadenza	Certificato	⋮

< Previous 1 2 3 Next >

Dettaglio Certificazione

QB UPEC (Francia) Valido

CSTB Organisme certificateur Certification Body

UPEC

Certificat

NON CERTIFICATO SU BLOCKCHAIN

Descrizione

- Ente: CSTB
- ID-Product: TR-4580356
- Cert #: IT325288-v2

Stato

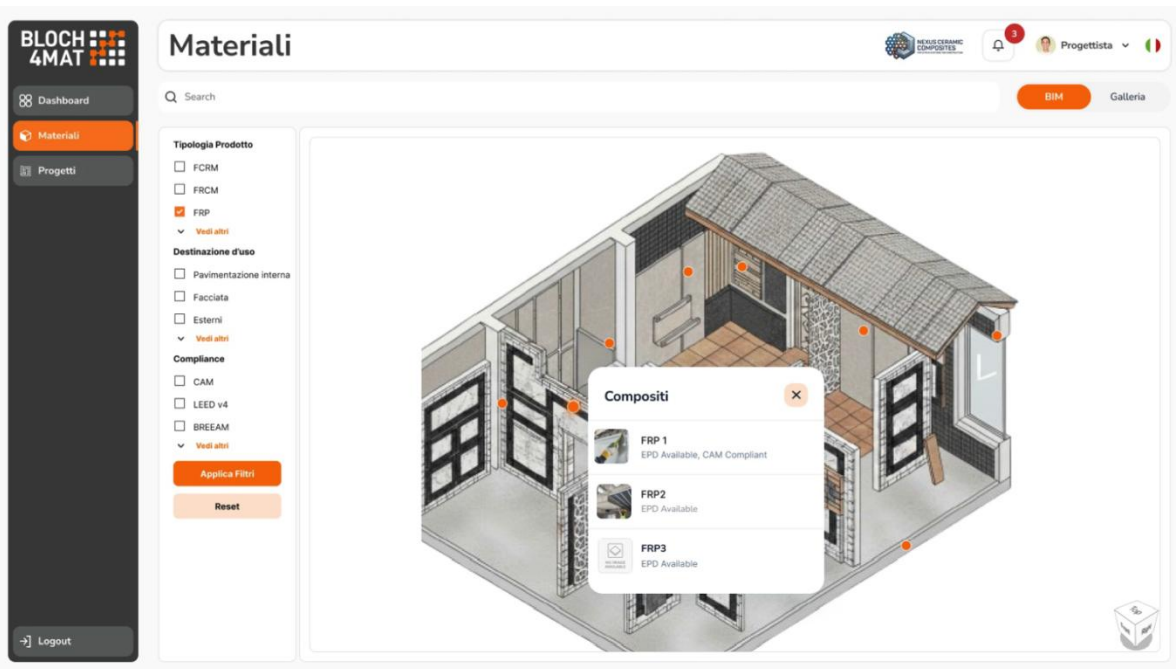
- Data-Origin: 15/08/2008
- Scadenza: 14/09/2026
- Validità: Verificato

Notarizzazione in Blockchain

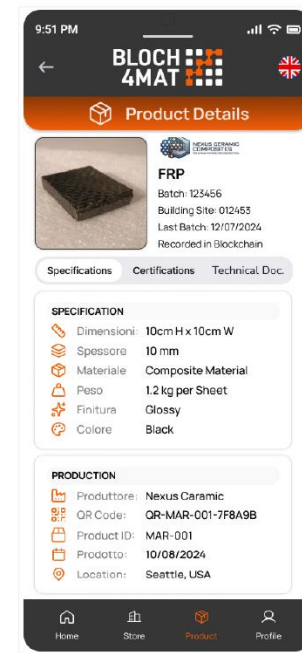
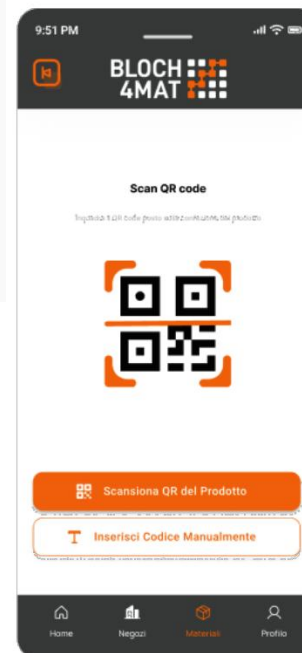
Visualizza Download

- **Piattaforma** unificata, gestione credenziali figure coinvolte nelle fasi della filiera
- Tracciabilità a tutti i livelli
- Registro delle modifiche e validità del dato certificata tramite **blockchain**

Vantaggi per i professionisti (progettista, DL) e durante le attività di cantiere



- **Piattaforma** dotata di **strumenti moderni** per l'accesso alle informazioni (QR Code, tag RFID)
- Accesso da PC o piattaforma mobile
- **Semplicità** nel reperire il dato informativo e **certezza del contenuto**



Considerazioni finali

- Necessità di **semplificare** e **informatizzare** il flusso di informazioni
- Garantire **univocità delle informazioni**, accesso ai soli soggetti abilitati, tracciabilità a tutti i livelli
- Sviluppo di una **piattaforma** incentrata sull'impiego della **blockchain** per giungere al soddisfacimento dei requisiti richiesti
- Vantaggi diretti per tutti gli attori coinvolti nella filiera dei materiali compositi, con **accesso più sicuro e rapido alle informazioni** necessarie
- Maggior fiducia per progettisti, DL e collaudatori, in grado di avere maggiori garanzie sui prodotti impiegati in ogni singola fase
- Vantaggi per tutta la filiera con le aziende regionali e nazionali coinvolte che ne possono trarre un diretto beneficio

Alessandro Bellini

e-mail: alessandro.bellini5@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CENTRO
INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE
EDILIZIA E COSTRUZIONI

Si ringrazia il partner di progetto:

**INGEGNERIA
ARDEA** 