Report di analisi
sulla tracciabilità della filiera della Paulownia

Pubblicazione: febbraio 2022

Sommario

La tracciabilità 5
Rintracciabilità 6
Tecnologie per la tracciabilità 7
Tecnologie per identificare univocamente il prodotto 7
Codici a barre (Barcode) 7
QR Code 8
RFID 9
NFC 11
Tecnologie per la garanzia del processo 13
Blockchain 13
Filiera della Paulownia 19
Il processo di coltivazione e raccolta 20
Principali processi di trasformazione industriale 22
Segati 22
Trattati termicamente 22
Compensati 23
Truciolati 24
Tracciabilità per la filiera della Paulownia 25
Dati per la tracciabilità 25
Applicazione delle tecnologie ai processi 26
Standardizzazione delle informazioni 26
Identificazione dei semi-lavorati 27
La raccolta dei dati in sistemi informativi 31
La garanzia del processo 33
Griglia comparativa delle soluzioni tecnologiche individuate 37
Riferimenti normativi, collegamenti utili e allegati 39
Riferimenti normativi 39
Collegamenti a risorse utili 39
Allegati 41

La tracciabilità

La norma ISO 8402 definisce la tracciabilità come “la capacità di risalire alla storia e all’uso o alla collocazione di un prodotto o di un’attività attraverso identificazioni documentate”. Si tratta quindi del processo attraverso il quale un prodotto / servizio viene seguito attraverso le sue fasi di trasformazione registrandone le opportune “tracce”, cioè informazioni in grado di ricostruire fedelmente ed in maniera univoca le caratteristiche di uno specifico prodotto e la loro storia.

Questo processo e, soprattutto, queste informazioni sono strettamente riconducibili alla qualità dei prodotti, tant’è che lo standard per la certificazione di qualità ISO 9000 identifica che “l’organizzazione deve provvedere a identificare lo stato del prodotto/servizio per quanto riguarda le attività di misurazione e verifica richieste e, ove necessario, deve identificare il prodotto e/o servizio nell’intero processo utilizzando i mezzi opportuni.”

Indipendentemente dalla necessità di certificazione della qualità, per le imprese, la tracciabilità è oggi un importante strumento di competitività non solo perché consente di approcciare il cliente finale con maggiore trasparenza ma anche perché favorisce la razionalizzazione dei processi e l’integrazione di sistemi (in particolare quelli software), consente di seguire il prodotto attraverso tutte le fasi della produzione e ne garantisce una costante conoscenza interna, utile in fase di gestione delle risorse e dei rischi.

Si evidenzia che l’efficienza di un sistema di tracciabilità dipende da tutta la filiera coinvolta e, quindi, è fortemente influenzata dalle organizzazioni meno strutturate. È quindi fondamentale che tutte le aziende siano a conoscenza degli elementi chiave del sistema e siano disponibili a condividerli in un’ottica di collaborazione e trasparenza.

Nello specifico del presente report, quindi, per quanto riguarda la Paulownia la tracciabilità riguarda sia gli aspetti connessi alla sua coltivazione sia gli aspetti riconducibili alla sua trasformazione industriale. Si tratta di formalizzare la cosiddetta tracciabilità di filiera che si concretizza nel mappare i processi interni di tutti gli attori coinvolti ai vari livelli e, all’interno di ciascun processo, nell’identificare attività, informazioni e flussi di dati che abbiamo rilevanza critica per le caratteristiche del prodotto e/o del semi-lavorato.

In particolare, la trasformazione della Paulownia, così come per le altre tipologie di legno, è riconducibile a numerose filiere (ad es. produzione di componenti per l’edilizia, industria del mobile, etc) ognuna delle quali caratterizzata da processi, informazioni e normative propri e non standardizzabili a priori.

Per questo motivo, l’analisi si concentra sulla tracciabilità della filiera fino alla produzione dei principali semi-lavorati della trasformazione del legno di Paulownia, senza addentrarsi negli aspetti connessi alla specificità del prodotto finale sia per evitare una eccessiva dispersione e concentrarsi sulle caratteristiche del prodotto “Paulownia”, sia per evitare di replicare il lavoro già trattato dagli operatori coinvolti nelle fasi di trasformazione a valle del prodotto (attività anche spesso molto

complessa perché deve tenere in considerazione normative specifiche di settore) a cui si rimanda nel dettaglio per gli eventuali approfondimenti.

Come detto inizialmente, la tracciabilità è uno strumento molto importante anche in ottica certificazione. In particolare, per la filiera del legno esistono due schemi di certificazione per la gestione sostenibile delle foreste in Europa: uno sviluppato dal Forest Stewardship Council (FSC) e uno dal Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). In entrambi i casi viene richiesta la tracciabilità dei flussi e la certificazione di origine del legno sul mercato europeo.

Rintracciabilità

Parlando di tracciabilità, è importante introdurre la distinzione con rintracciabilità, cioè la capacità di ricostruire a ritroso in maniera precisa e dettagliata il percorso che ha portato alla realizzazione di uno specifico prodotto. “Rintracciare” significa ricostruire il percorso a monte di un prodotto, di una spedizione, un pacco, ecc.

In particolare, i prodotti vengono rintracciati continuamente per verificarne la disponibilità, la gestione scorte e la logistica.

Ma non solo. Diverse filiere produttive, ad esempio in campo agro-alimentare prevedono obbligatoriamente la possibilità di rintracciare le informazioni sulla catena produttiva. E qualora non fosse obbligatorio, occorre ricordare che i consumatori finali sono sempre più consapevoli ed interessati a conoscere l’origine delle materie prime che compongono i prodotti che acquistano. In questo senso, gestire correttamente la tracciabilità determina la possibilità di salvare le informazioni caratteristiche del processo produttivo in ogni sua fase e di poterle sommare le une alle altre in maniera incrementale. Questo patrimonio informativo, così come viene raccolto, può essere agevolmente recuperato e messo a disposizione di tutti gli stakeholder interessati.

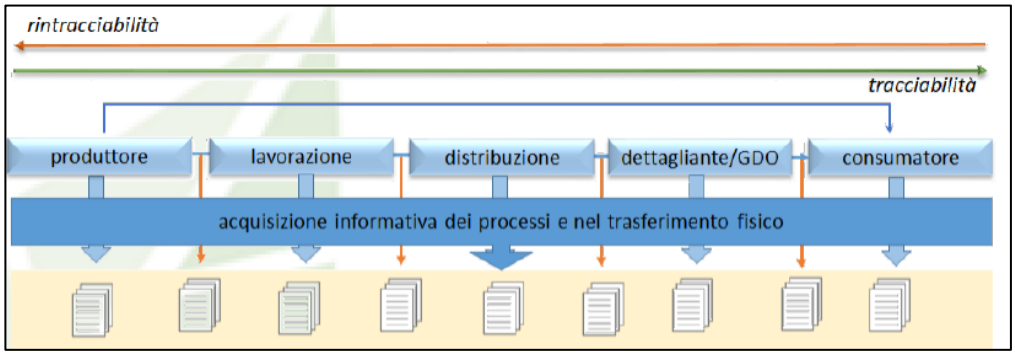


Figura 1. Tracciabilità e rintracciabilità

Tecnologie per la tracciabilità

In progetti di tracciabilità nel settore agro-alimentare ad oggi sono stati utilizzati diverse tecnologie, riconducibili, in sintesi, a tre ambiti applicativi:

- Tecnologie per identificare univocamente il prodotto ed etichettarlo;
- Tecnologie per la garanzia del processo, attraverso la trasparenza e l'immodificabilità delle informazioni raccolte;
- Tecnologie automatiche per la raccolta di informazioni ambientali ed il loro monitoraggio.

Nel caso della coltivazione della Paulownia, riteniamo maggiormente significativo concentrarsi nell'analisi ai primi due ambiti applicativi in quanto direttamente riconducibili e applicabili alle attività svolte nel corso del progetto.

Tecnologie per identificare univocamente il prodotto

Codici a barre (Barcode)

Il codice a barre è un codice di identificazione costituito da un insieme di elementi grafici a contrasto elevato destinati alla lettura per mezzo di un sensore a scansione in grado di rilevarne la quantità di luce riflessa e decodificarli per restituire l'informazione in essi contenuta.

Figura 2. Esempio di codice a barre

Il principale vantaggio di questo sistema è che risulta semplice da utilizzare e a basso costo, aspetti che ne hanno determinato una larga diffusione nel tempo.

Per essere universalmente riconosciuti, i dati salvati in un codice a barre devono corrispondere ad un formato standard. Per l'identificazione di produttore e prodotto, a livello mondiale dal 1974 si è affermato il GS1 (EAN) che in Italia può essere rilasciato da un unico ente autorizzato, il GS1 Italia. Nel tempo, questo standard si è esteso per poter gestire più informazioni, ad esempio relative a colli o per applicazioni di tracciabilità (EAN-128).

Esistono diverse applicazioni di tracciabilità del legno con codici a barre, che utilizzano etichette di plastica in cui sono stampati i codici a barre per tenere traccia degli alberi registrati. Una volta tagliato l'albero, i lavoratori utilizzano uno scanner di codici a barre portatile per scansionare il Barcode ed esportare i dati in un database.

Figura 3. Lettura di un codice a barre

QR Code

Un particolare tipologia di codice a barre è costituita dal QR-Code, codice a barre bidimensionali detti Matrix. Un QR-Code consente a un dispositivo dotato di fotocamera di leggere i dati codificati all'interno dell'etichetta o scaricare da Internet ulteriori informazioni ad esso associate.

Un sistema a QR-Code si compone di:

- QR-Code Label: facile stampa su carta, pannello o adesivo di un'immagine in bianco e nero generata codificando i dati nel formato QR-Code.
- Reader: solo un dispositivo con fotocamera e unità processore (solitamente risulta sufficiente uno smartphone).
- Sistema di gestione delle informazioni: eventuale database tipicamente accessibile via web dai lettori che dal QR-Code ottiene e gestisce informazioni aggiuntive.

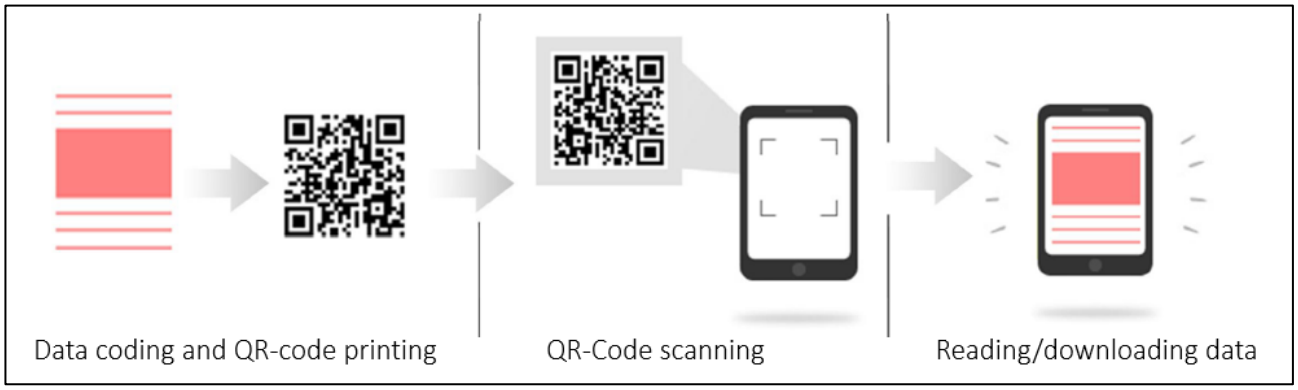


Figura 4. Esempio di creazione e lettura di un QR Code

Figura 5. Tavole di legno contrassegnate con QR Code in segheria

Barcode e QR-Code – Le differenze

La sostanziale differenza è rappresentata dalla quantità di informazioni memorizzabili.

Se col Barcode si possono memorizzare soltanto codici, con il QR-Code è possibile memorizzare link, dati anagrafici, interi messaggi e immagini.

A differenza del Barcode che solitamente rappresenta un codice che trova corrispondenza in una base dati di riferimento a cui è necessario accedere dopo averlo acquisito, il QR-Code code raccoglie e può memorizzare direttamente l'informazione che, quindi, può essere decodificata anche in assenza di connettività.

RFID

La tecnologia Radio-Frequency IDentification (RFID) è una tecnologia che consente il riconoscimento di oggetti e la trasmissione di informazioni a distanza sfruttando le onde radio.

Figura 6. Esempio di tag RFID

Si basa sulla memorizzazione di dati in particolari dispositivi elettronici passivi (denominati tag), capaci di rispondere a chiamate di prossimità da parte di dispositivi attivi, sia fissi che portatili (chiamati reader o lettori). Un sistema RFID comprende anche un middleware, ovvero un software di elaborazione dati in grado tradurre le informazioni contenute nel tag in un formato utilizzabile in altre applicazioni, quali, ad esempio, altre applicazioni gestionali aziendali.

Ogni tag (anche denominato trasponder o etichetta) è sostanzialmente costituito da 3 elementi:

- un'antenna che riceve il segnale
- un chip che contiene una memoria fisica non volatile
- un supporto fisico che tiene insieme le parti, generalmente fatto in materiali plastici.

I tag possono avere una memoria fisica nella quale è possibile scrivere informazioni, allo scopo di conservare ad esempio delle informazioni molto precise sullo storico delle operazioni eseguite.

Dispositivi attivi e passivi

In base alla modalità in cui i tag sono alimentati, si differenziano in:

- I tag passivi sono caratterizzati dall'assenza di una qualunque fonte di alimentazione, il circuito si attiva grazie al campo elettromagnetico generato dal lettore. Questo campo è sufficientemente intenso da alimentare il circuito e favorire lo scambio di informazioni. La distanza di lettura di questi tipi di tag va da pochi centimetri a qualche metro;
- I tag attivi sono caratterizzati da una fonte di alimentazione propria che alimenta il circuito. Questo fa sì che le attività che questi tag sono in grado di svolgere siano molteplici e la distanza di lettura sia molto maggiore rispetto alla versione passiva, spingendosi oltre i 100 metri.

Il lettore

È la tecnologia in base alla quale un tag RFID può essere letto.

Figura 7. Esempio di lettore RFID

In realtà, lettore è una terminologia erronea o quantomeno incompleta: infatti questi dispositivi in genere sono anche in grado potenzialmente di scrivere informazioni sulla memoria fisica del chip.

Il lettore per funzionare genera un campo magnetico che al passaggio alimenta, e quindi attiva, il chip contenuto nel tag.

Il lettore può essere connesso ad un sistema informatico in grado di elaborare i dati rilevati al tag ed eventualmente archiviarli in un database.

Vantaggi

Se i codici a barre hanno l'assoluta necessità di essere visibili al lettore per poter essere scanditi dal raggio di luce emesso dallo scanner, le etichette RFID non richiedono questa portata ottica. Le onde radio, che portano energia al tag e ne trasferiscono il contenuto di informazione al sistema di lettura, passano facilmente attraverso la maggior parte dei materiali: legno, plastica, vernici. Per questo motivo, i tag possono anche essere facilmente inglobati nel materiale che costituisce l'imballo dell'oggetto da tracciare ricevendone anche protezione.

Queste caratteristiche garantiscono diversi vantaggi:

- Efficienza, poiché l'acquisizione dei dati può avvenire senza l'intervento umano;
- Flessibilità, non essendoci la necessità di essere a portata ottica il piazzamento dei tag sugli oggetti può avvenire con minori limitazioni;
- Robustezza, i tag non sono danneggiati da umidità e/o sporco; possono essere inglobati direttamente nei pallets o nelle scatole ricevendone ulteriore protezione;
- Automazione, la tecnologia di prossimità garantisce che la lettura posse essere anche effettuata automaticamente grazie, ad esempio, all'ausilio dei varchi;

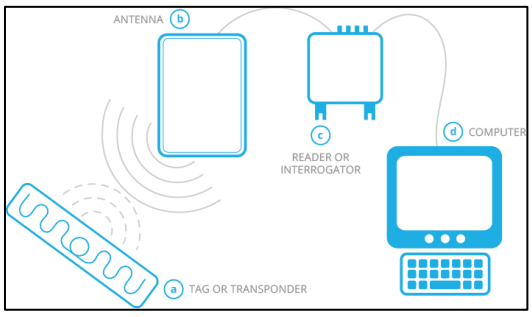


Figura 8. Tag RFID, lettura e trasferimento dati ad un sistema informativo

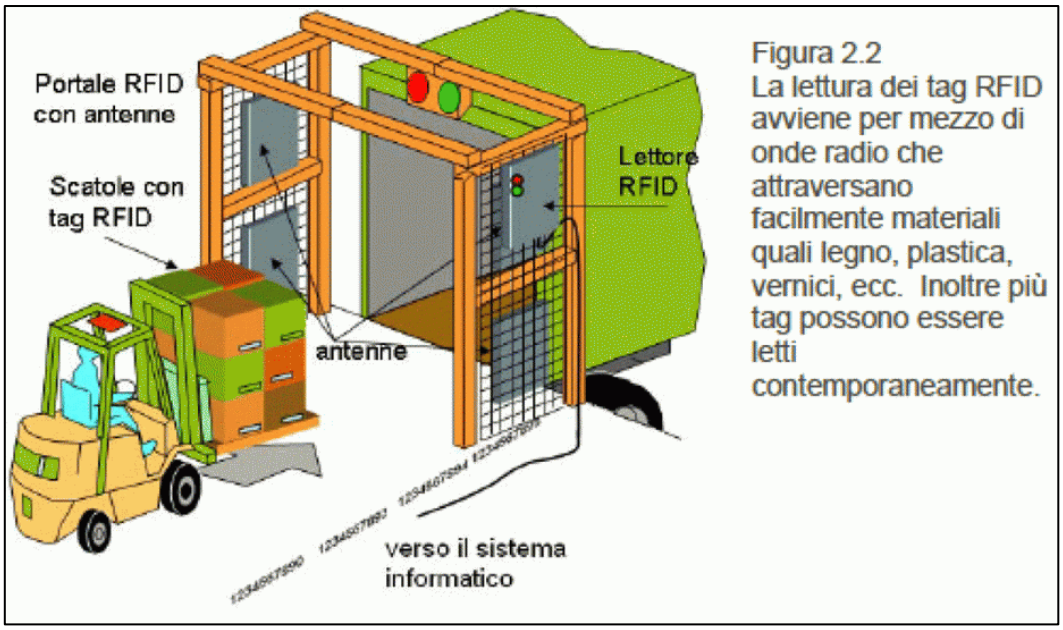


Figura 9. Esempio di lettura automatica di un tag RFID tramite varco

Inoltre, i tag RFID rendono possibile anche immagazzinare informazioni nella memoria fisica del chip e le informazioni possono essere trasmesse in chiaro o cifrate.

Esempi di applicazione

Documenti personali

- Sempre più documenti personali, come il passaporto, impiegano la tecnologia RFID passiva per velocizzare la lettura dei dati personali e azzerare la possibilità di errore di immissione dati nei sistemi gestionali.

Logistica

- Sia nel settore magazzini, sia in quello dei trasporti i sistemi RFID hanno rivoluzionato il metodo di lavoro. Grazie a semplici etichette, infatti, è possibile tracciare istantaneamente centinai di colli. In alternativa, lo stesso lavoro effettuato manualmente, richiederebbe enormi quantità di tempo.

Controllo accessi

- Eventi, musei, cinema e qualunque altra situazione abbia necessità di controllare gli accessi di persone o oggetti trova grandi vantaggi nell'utilizzare l'RFID. Alcuni biglietti fisici venduti oggi godono di questa tecnologia.

NFC

La tecnologia Near Field Communication (NFC) è derivata dalla tecnologia RFID e consente la trasmissione senza contatto di dati bidirezionalmente tra due dispostivi che si trovano pochi centimetri di distanza. Rispetto ad altre tecnologie a corto raggio (quale, ad esempio, il Bluetooth), la tecnologia NFC permette di identificare, autenticare ed associare i due dispositivi in modo del tutto automatico.

Contrariamente ai più semplici device RFID, l'NFC consente una comunicazione bidirezionale: quando due dispositivi dotati di NFC (denominati, initiator e target) vengono accostati entro un raggio di pochi centimetri (massimo 10 cm), viene creata una rete peer-to-peer tra i due che può essere utilizzata da un dispositivo per inviare dati all'altro dispositivo e viceversa.

Questa caratteristica ne consente l'utilizzo in applicazioni per lo scambio di file, l'esecuzione di transazione (ad esempio, è molto utilizzata per i pagamenti elettronici contactless), l'accoppiamento di dispositivi (tipico l'uso per dispositivi multimediali - cuffie, casse – ed elettronici, anche per la ricarica) e l'autenticazione.

Questa tecnologia può essere utilizzata anche per la tracciabilità, ma al momento non è molto diffusa sia per la sua relativa "giovinezza" (è stata utilizzata per la prima volta nel 2006) sia per alcune limitazioni, quali il costo (i tag ed i lettori sono tipicamente più costosi rispetto ai rispettivi dispositivi RFID) e la bassa velocità di trasferimento dati.

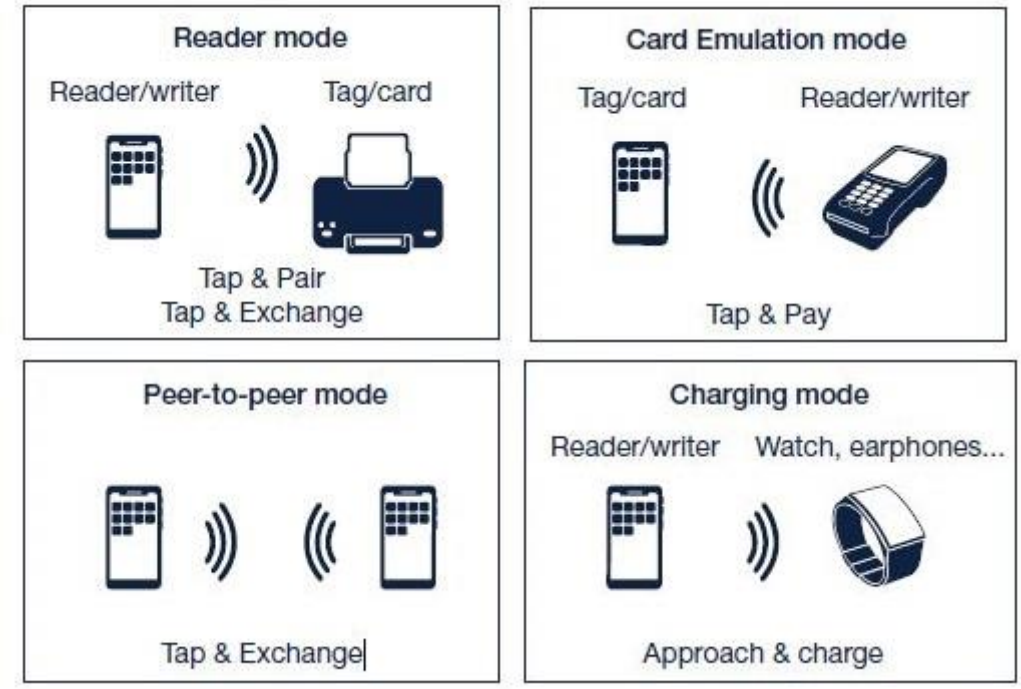


Figura 10. Esempi di applicazione di tecnologia NFC

Tecnologie per la garanzia del processo

Blockchain

Nel contesto di tracciabilità, la tecnologia Blockchain gioca un ruolo fondamentale in quanto può garantire oltre ogni ragionevole sospetto – grazie a un sistema trasparente e virtualmente incorruttibile – l'affidabilità dei dati raccolti. Si può così decidere di tracciare indelebilmente l'intero corso di una filiera e offrirne la rappresentazione completa a tutti gli attori, alle certification autority ed i consumatori.

Ma da cosa è caratterizzata una Blockchain e di cosa si tratta?

La Blockchain è una tecnologia inclusa nella più ampia famiglia dei cosiddetti Distributed Ledger, ossia sistemi che si basano su un registro distribuito, che può essere letto e modificato da più elementi (nodi) di una rete. Per validare le modifiche da effettuare al registro, non viene definito un ente centrale ma i nodi stessi devono raggiungere tra di loro, in maniera "democratica", il consenso. Le modalità con cui si raggiunge il consenso possono essere diverse a seconda della tipologia della Blockchain, ma tipicamente si ricorre ad algoritmi più o meno complessi di crittografia. Qualunque sia la forma, questo passaggio è cruciale perché di fatto è il sistema attraverso il quale viene garantita l'immodificabilità dei dati salvati all'interno della Blockchain stessa.

Nello specifico, possiamo identificare una serie di caratteristiche tipiche della Blockchain:

- una Blockchain è un elenco in continua crescita di record, chiamati blocchi, che sono archiviati su un database decentralizzato, cioè replicato su più server fisici sincronizzati via Internet e visibili a chiunque all'interno della rete;
- ogni blocco è collegato univocamente con il blocco successivo;
- la Blockchain utilizza la crittografia per proteggere il contenuto dei blocchi e, quindi, i collegamenti e le informazioni / transazioni in essi contenute;
- piuttosto che avere un amministratore centrale (tipico dei sistemi bancari, governativi e contabili), utilizza gli elementi della rete per accettare ogni modifica;
- in base a tutte le considerazioni precedenti, manomettere un blocco implica non solo la decifratura del sistema ma anche la modifica di tutti i blocchi della catena che termina in tale blocco ed anche rendere effettiva la modifica su tutte le replicazioni del database (in pratica compromettere tutte le replicazioni). Considerando che queste operazioni sono estremamente pesanti dal punto di vista computazionale e che devono essere accettate da

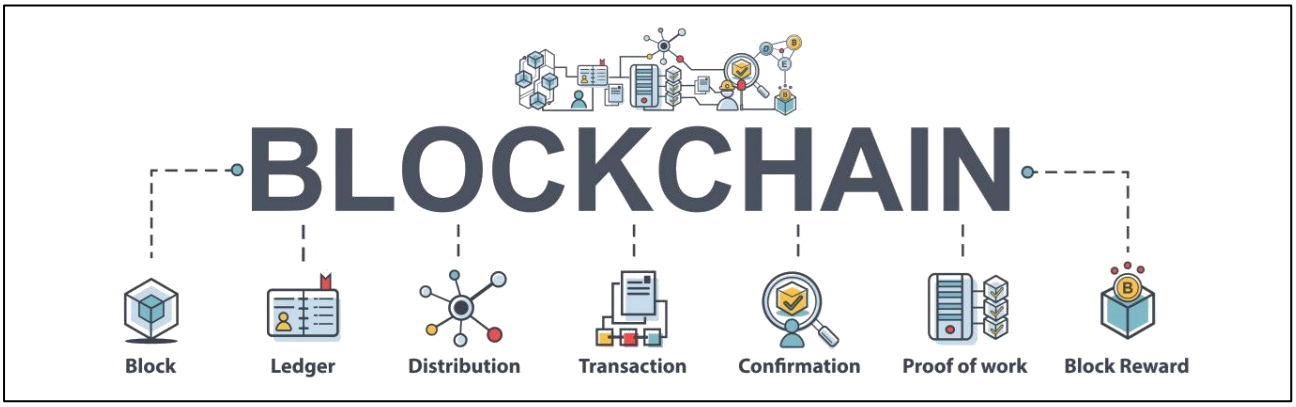


Figura 11. I componenti di una blockchain

tutti i nodi della rete, ottenere la validazione di un'alterazione risulta molto oneroso e con costi crescenti all'aumentare dei dati contenuti, rendendo non conveniente (e, quindi, praticamente impossibile) ogni compromissione.

Vantaggi

- L'approccio decentralizzato riduce il rischio connesso ad avere un amministratore in grado di modificare ed eliminare i dati a propria discrezione, fornendo una maggiore fiducia al sistema. Inoltre, eliminando intermediari si riducono anche i costi;
- Più accuratezza nelle registrazioni delle informazioni: non c'è spazio per l'errore umano di inserimento a causa della natura automatizzata di tutto l'inserimento nella Blockchain;
- Il sistema è trasparente in quanto ogni blocco di ogni transazione in ogni replica di database è potenzialmente accessibile a tutti coloro che hanno accesso alla Blockchain;
- Ogni transazione / processo può essere automatizzato all'interno di una Blockchain: in pratica, al completamento di una specifica fase (che può essere paragonato al salvataggio di un blocco) viene reso già resa disponibile la fase successiva della transazione e del processo. In questo modo, un sistema può già essere predisposto per salvare ordinatamente nei blocchi della Blockchain gli esiti delle fasi successive che compongono una transazione o un processo.

Principali modelli

Esistono sostanzialmente due tipologie di Blockchain: pubbliche e private.

Le reti pubbliche solitamente sono costituite da sistemi "Peer To Peer" dove chiunque può inserire una nuova transazione liberamente ed in completa autonomia. Vista la potenziale crescita esponenziale degli utenti e delle transazioni possono soffrire di problemi di velocità delle performance e di scalabilità. In alcuni casi, possono comunque essere ad accesso autorizzato per differenziare gli utenti e limitare il numero di quelli che si occupano della validazione delle transazioni.

Le reti private sono solitamente controllate e gestite in modo centralizzato da persone, aziende o consorzi. Opera esclusivamente entro i limiti di una comunità ben definita dove tutti i partecipanti sono noti. Solitamente a capo di questi sistemi si trovano organizzazioni che definiscono chi possa accedere o meno alla rete. Tipicamente connesse al mondo finanziario e governativo, consentono comunque la creazione di progetti personalizzati in altri ambiti.

Di seguito si riepilogano le principali tecnologie che guidano il mercato dello sviluppo Blockchain. I 4 protocolli Blockchain dominanti sono rappresentati da Ethereum, Hyperledger, Corda e Quorum e rappresentano circa il 65% dei protocolli utilizzati.

Il mercato dei protocolli è competitivo e tutto ciò porterà allo sviluppo di protocolli sempre più scalabili e sicuri, rendendoli più facili da costruire e più efficienti, abilitando al contempo nuovi casi d'uso.

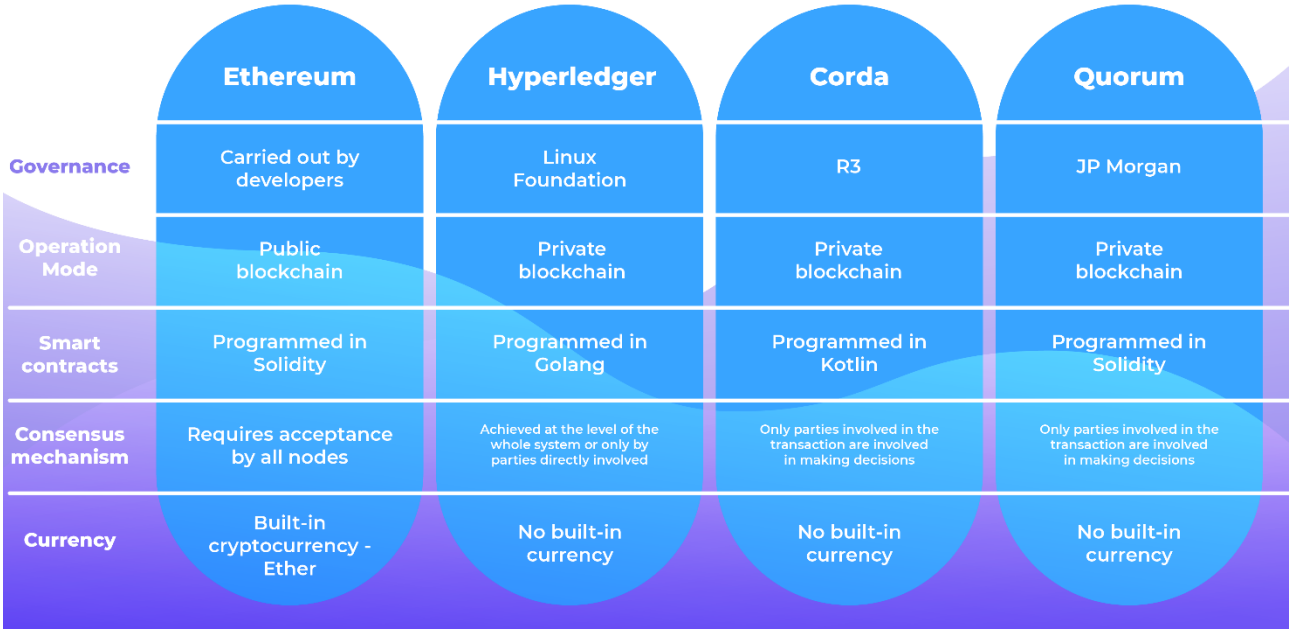


Figura 12. Protocolli di blockchain più utilizzati e principali funzionalità

Ethereum

Ethereum è una piattaforma digitale pubblica open source che permette di costruire una gamma di applicazioni decentralizzate.

Queste applicazioni possono includere programmi di sicurezza, sistemi elettorali, metodi di pagamento etc.

Ethereum funziona come una piattaforma software aperta basata sulla tecnologia Blockchain. Questa Blockchain si appoggia a molti computer nel mondo intero; è quindi decentralizzata. Ogni computer possiede una copia della Blockchain, e prima che qualsiasi modifica venga applicata deve esserci un vasto consenso nella rete.

La Blockchain di ethereum è simile a quella del bitcoin in quanto conserva lo storico delle transazioni. Tuttavia, la rete di ethereum permette anche ai programmatori di costruire e distribuire applicazioni decentralizzate ("dapps"). Anche queste vengono conservate nella Blockchain insieme alla registrazione delle transazioni.

Hyperledger

Hyperledger è un metaprogetto open source sotto l'egida della Linux Foundation che si propone di creare tecnologie Blockchain interoperabili cross-industry. Ad oggi Hyperledger conta complessivamente 8 progetti specifici interoperabili tra loro tra cui Hyperledger Fabric, promosso da IBM e Digital Asset e Hyperledger Sawtooth, promosso da Intel.

Il progetto nasce per abilitare la costruzione di Blockchain permissioned (ossia "private" e che richiedono, per potervi aderire, specifici permessi definiti dall'owner della Blockchain che può essere un consorzio, un'associazione, un comitato direttivo ecc.). Hyperledger Fabric offre un'architettura modulare che rende disponibili componenti (meccanismo di consenso, servizi per l'adesione e la gestione dei membri della Blockchain ecc.) che, con la logica del plug and play, possono essere attivati nell'ambito di un progetto.

Alla realizzazione del progetto, accanto a IBM e Digital Asset, hanno aderito Sap, Hitachi, Huawei e numerose altre realtà fino a un totale di 159 sviluppatori coinvolti (tra i quali 35 singoli, non appartenenti ad alcuna azienda).

Corda

Corda si inserisce nell'alveo dei distributed ledger e delle piattaforme Blockchain ed è una tecnologia sviluppata da R3, azienda che guida un network di 200 tra banche, istituti finanziari, enti regolatori, associazioni e aziende di tecnologia.

Il consenso tra le parti viene raggiunto sullo specifico state object (e non sull'intero libro mastro, ledger, distribuito come avviene, per esempio, per le Blockchain Bitcoin o Ethereum) che viene condiviso solo tra chi è legittimato a vederlo. Per garantire la coerenza in un sistema globale condiviso dove non tutti i dati sono visibili a tutti i partecipanti, Corda fa affidamento sugli hash crittografici sicuri per identificare i soggetti e i dati e per collegare gli oggetti nelle relative catene.

Corda intende fornire una soluzione ai problemi di scalabilità delle Blockchain, aggiungendo un concetto di riservatezza "by default" delle transazioni.

Quorum

Quorum è una Blockchain privata sviluppata da team tecnico di JPMorgan Chase, ottenuta modificando la sorgente open source della rete Ethereum.

Questo la rende più facilmente integrabile con la rete pubblica di Ethereum stessa. Il prodotto presenta tutte le funzionalità di Ethereum, stesso linguaggio di programmazione per scrivere smart contract, ma aggiunge un layer di crittografia per rendere private le transazioni e le informazioni degli smart contract ad un sottoinsieme di nodi della rete.

Piattaforme

Esistono diverse soluzioni software che, sfruttando i protocolli Blockchain visti in precedenza, aiutano nell'implementazione di una Blockchain. Tali sistemi consentono la definizione dei blocchi componenti le transazioni in base alle esigenze del progetto (ad esempio, le fasi di trasformazione in un processo di tracciabilità) e la definizione delle logiche di flusso e controllo dei blocchi.

Spesso espongono API (Application Programming Interface) in modo che l'applicazione Blockchain posso essere facilmente integrata su sistemi software esterni preesistenti.

Huawei

Huawei, il colosso cinese delle telecomunicazioni, ha sviluppato una offerta Blockchain alimentata da Hyperledger. Si tratta quindi di una "Blockchain-as-a-service" (BaaS).

Focalizzato sullo sviluppo di smart contract, il "Blockchain Service" di Huawei è un servizio di piattaforma tecnologica Blockchain ad alte prestazioni, ad elevata disponibilità e a solida sicurezza per aziende e sviluppatori. Il servizio può aiutare aziende e sviluppatori a creare, implementare e distribuire rapidamente ed economicamente i propri prodotti e servizi su Huawei Cloud

Kaleido

Kaleido è un servizio Blockchain business cloud che semplifica radicalmente la creazione e il funzionamento delle reti private di Blockchain. Kaleido è già disponibile in AWS accedendo al Marketplace della piattaforma digitale come software-as-a-service (SaaS) ed include i pacchetti Ethereum Geth e Quorum. Il nuovo applicativo per le aziende include ulteriori funzionalità di primo livello come il collegamento tra reti private e la Ethereum Network, l'analisi integrata e il supporto per più protocolli e meccanismi di consenso.

Lo scopo è ridurre i costi dei progetti reali che spesso richiedono integrazioni complesse. Molte aziende, seppure interessate alla nuova tecnologia Blockchain, spesso rinunciano a causa della complessità di adozione. Una rete Blockchain aziendale richiede una infrastruttura IT condivisa tra tutte le parti coinvolte spesso difficile da costruire e costosa.

IBM Blockchain Platform

IBM Blockchain Platform è una soluzione BaaS basata sulla piattaforma open source della community Hyperledger Fabric di Linux Foundation.

La piattaforma IBM Blockchain aiuta a trasformare qualsiasi sviluppatore in uno sviluppatore Blockchain.

Gli smart contractors possono essere sviluppati nei linguaggi di programmazione più comuni, quali JavaScript, Java, etc.

Amazon Managed Blockchain

Amazon Managed Blockchain è un servizio completamente gestito che semplifica l'unione di reti pubbliche o la creazione e la gestione di reti private scalabili con i popolari framework open source Hyperledger Fabric e Ethereum.

Con Amazon Managed Blockchain è possibile creare rapidamente reti Blockchain su diversi account AWS, consentendo a un gruppo di membri di eseguire transazioni e condividere dati senza il bisogno di un’autorità centrale.

A differenza dell'infrastruttura Blockchain, Amazon Managed Blockchain elimina la necessità del provisioning manuale dell'hardware, della configurazione del software e della configurazione di componenti di rete e di sicurezza.

Filiera della Paulownia

Come descritto nella sezione di apertura del presente report, la tracciabilità prevede l'approfondita conoscenza dei processi da analizzare in modo da poter definire con precisione tutte le informazioni da trattare e conservare. Questo processo è ovviamente uno degli aspetti cruciali nella definizione dell'intero sistema di tracciabilità perché, aldilà degli strumenti e delle tecnologie poi utilizzate per gestirlo, identifica le caratteristiche salienti da rendere evidenti a tutti gli attori della filiera nell'analisi del prodotto.

Nello specifico della Paulownia, quindi, occorre ripercorrere nel dettaglio le fasi da osservare e, per ciascuna, definire i dati da raccogliere. Per semplicità, tali fasi sono state suddivide in due ambiti logicamente distinti:

- Il processo di coltivazione e raccolta;
- I processi di trasformazione del legno raccolto fino ad arrivare ai principali (e più promettenti dal punto di vista qualitativo) semi-lavorati.

Segue un'analisi di dettaglio di queste macro-fasi: non entreremo nei dettagli delle specifiche attività di trasformazione[1], ma ci concentreremo sulle informazioni che le caratterizzano ai fini della tracciabilità.

In merito a tali informazioni, si sottolinea che sono state definite sulla base delle caratteristiche del processo di trasformazione emerse nel corso del presente progetto di ricerca identificando un set informativo sufficiente per un'efficace start-up del sistema di tracciabilità e tracciando allo stesso tempo le linee guida per seguirne l'eventuale evoluzione. Tale insieme di informazioni potrà, quindi, essere esteso nel tempo ed integrato con facilità in base ad evoluzioni della ricerca[2].

Si ricorda, infine, che non sarà oggetto della presente analisi addentrarsi nei meccanismi di trasformazione a valle dei semi-lavorati qui riportati, sia perché occorrerebbe entrare nel dettaglio di numerose filiere di trasformazione molto diverse tra loro e caratterizzate da vincoli normativi molto specifici; sia perché tali filiere sono spesso già state oggetto di specifici sistemi di tracciabilità a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti.

[1] Per cui si rimanda allo studio alla base del progetto di ricerca.
[2] Alcuni suggerimenti su tale estensione sono, comunque, già riportati nella presente analisi ove emerga, a nostro avviso, un potenziale interesse degli utilizzatori finali della tracciabilità.

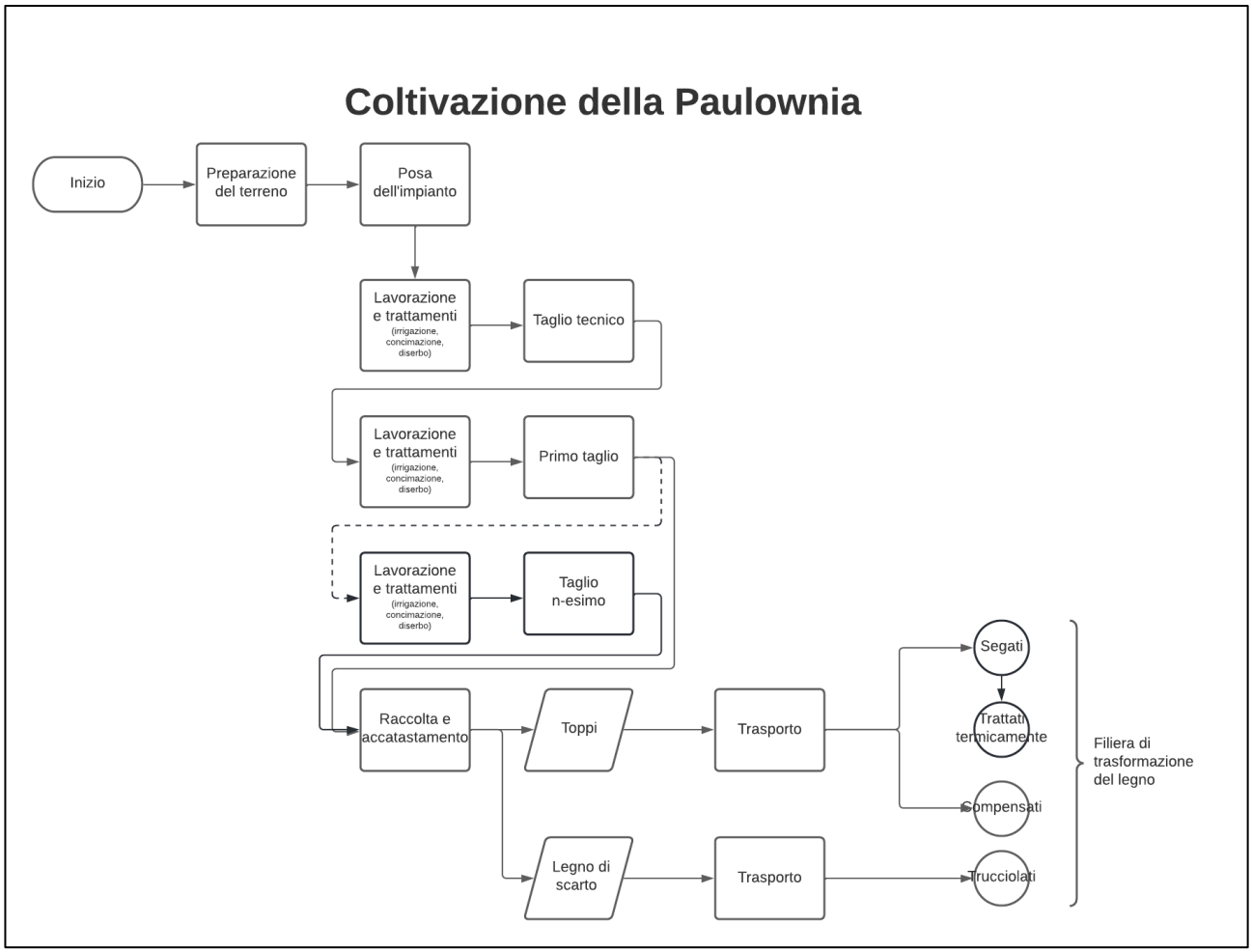


Figura 13. Diagramma di flusso della coltivazione della Paulownia

Il processo di coltivazione e raccolta

La coltivazione delle Paulownia si articola nelle attività descritte graficamente in Figura 13[3]. Per ciascuna fase riportiamo i dati significativi ai fini della tracciabilità:

1. Preparazione del terreno
    a. Identificativo del terreno
    b. Posizione (indirizzo, coordinate geografiche)
2. Posa dell'impianto
    a. Identificativo della pianta
    b. Posizione nel terreno (coordinate geografiche)
    c. Età al momento della posa
3. Lavorazioni e trattamenti

    Al momento non sembrano presenti informazioni di rilievo per la tracciabilità: si suggerisce, comunque, di valutare il salvataggio di informazioni temporali sulle tipologie di lavorazioni e trattamenti
4. Taglio tecnico

[3] Per un maggiore dettaglio del diagramma, si veda l'ingrandimento in allegato

    a. Data del taglio
5. Primo taglio / Taglio n-esimo
    a. Data del taglio
6. Raccolta e accatastamento
    a. Informazioni sui toppi ottenuti
        i. Identificativo
        ii. Altezza fusto
        iii. Circonferenza fusto
        iv. Peso
        v. Volume
        vi. Informazioni sulla qualità (deducibili con analisi sul campo al momento del taglio)
    b. Informazioni sul legno di scarto (trucioli)
        i. Identificativo del contenitore di raccolta (ad es. scatola, sacco, etc)
        ii. Peso dei trucioli

    Si suggerisce anche di valutare il salvataggio di informazioni temporali e di localizzazione sul luogo dell'accatastamento.
7. Trasporto
    a. Data
    b. Impresa di destinazione
    c. Posizione del trasferimento

Un ulteriore informazione, fondamentale per la classificazione delle fasi precedenti riguarda gli attori, in particolare imprese, in esse coinvolti. Sono riportati a seguire in riferimento alle fasi di lavoro in cui sono coinvolti ed alle informazioni utili alla tracciabilità che li caratterizzano:

- Azienda produttrice (coinvolta nelle fasi dalla 1. alla 6.)
    - Identificativo
    - Concessione di taglio
- Azienda trasportatrice (coinvolta nella fase 7.)
    - Identificativo
    - Eventuali licenze significative

Indipendentemente dal ruolo, per ogni tipologia di impresa risulta interessante memorizzare informazioni relative al possesso di eventuali certificazioni, in particolare, ovviamente, in tema ambientale.

Principali processi di trasformazione industriale

I toppi ed il legno di scarto che sono output della fase di raccolta della Paulownia possono essere trattati nell'ambito di quattro filiere di trasformazione ognuna delle quali riconducibile ad uno dei semi-lavorati al momento identificati come di maggiore interesse per le successive filiere di trasformazione industriale:

- Segati
- Trattati termicamente
- Compensati
- Truciolati

In analogia con quanto fatto per il processo di trasformazione e raccolta della Paulownia, segue analisi di dettaglio delle fasi di trasformazione coinvolte in queste filiere identificando le informazioni da raccogliere per gestire la tracciabilità in ciascuna di esse. Preliminarmente a ciascuna di esse, dobbiamo evidenziare la presenza di una fase di trasporto verso lo stabilimento di trasformazione che, comunque, non incidendo particolarmente sulle caratteristiche del prodotto, può essere trattata molto semplicemente ai fini della tracciabilità salvando la data del trasporto stesso, la provenienza e la destinazione.

Segati

Le fasi di trasformazione di un toppo per arrivare alla produzione dei segati sono riportate in Figura 14[4]. Ai fini della tracciabilità, al momento non appare significativo introdurre informazioni in merito alla fase del taglio dei toppi ma solo in riferimento alle tavole ottenute alla fine del processo di trasformazione. Quindi, i dati raccolti in merito al toppo d'origine possono essere corredati da una serie di informazioni aggiuntive tipiche di tali tavole e, in particolare:

- Lunghezza
- Larghezza
- Spessore
- Classi di resistenza strutturale
- Classe di qualità

I segati possono essere direttamente utilizzati nei processi produttivi industriali o possono essere ulteriormente trattati termicamente (vedi paragrafo successivo per l'approfondimento).

Trattati termicamente

Le fasi di trasformazione di un segato per arrivare alla produzione delle tavole trattate termicamente sono riportate in Figura 14. Non tutte le segherie sono attrezzate per questa tipologia di attività, per cui per poter eseguire il trattamento può essere necessaria un'ulteriore fase di trasporto.

In aggiunta ai dati raccolti per i segati, ai fini della tracciabilità per le tavole trattate termicamente possono essere raccolte ulteriori informazioni relative al trattamento utilizzato per migliorare le caratteristiche di resistenza alle deformazioni e ai parassiti (quali ad esempio, funghi, insetti):

- Tipologia del trattamento

[4] Per un maggiore dettaglio del diagramma, si veda l'ingrandimento in allegato

- Entità del trattamento

Compensati

Le fasi di trasformazione di un toppo per arrivare alla produzione delle tavole compensate sono riportate in Figura 14. Al momento, non pare particolarmente significativo identificare specifiche caratteristiche delle fasi intermedie del processo, quali ad esempio quelle relative alla sfogliatura ed essicamento.

Come per i segati, quindi, ai fini della tracciabilità, le tavole ottenute alla fine del processo di trasformazione possono essere corredate da una serie di informazioni aggiuntive tipiche della trasformazione stessa che si vanno ad aggiungere a quelle raccolte in merito al toppo d'origine, e in particolare:

- Lunghezza
- Larghezza
- Spessore
- Qualità delle facce

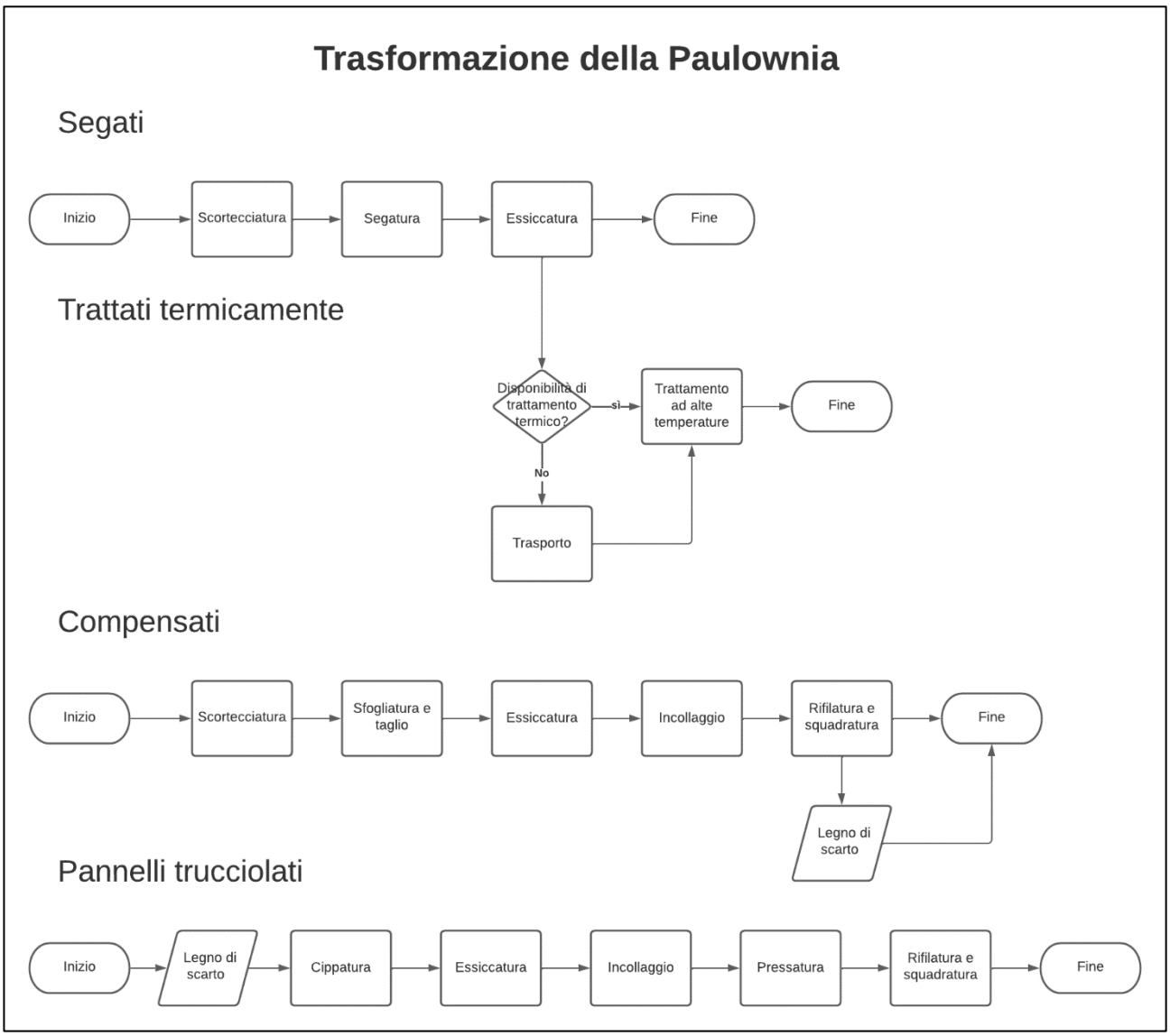


Figura 14. Diagrammi di flusso delle principali modalità di trasformazione della Paulownia in semi-lavorati

- Qualità dell'incollaggio
- Umidità
- Peso specifico
- Resistenza alla flessione longitudinale e trasversale
- Elasticità

Resta, però, ipotizzabile per il futuro tenere traccia anche delle informazioni relative ai fogli che costituiscono l'output del processo di sfogliatura e taglio (quali, ad esempio, lunghezza e larghezza, oltre che toppo di provenienza) in modo da identificare con semplicità anche ogni semi-lavorato intermedio e preliminare alla formazione di una tavola.

Truciolati

Le fasi di taglio e di lavorazione possono produrre scarti in legno di dimensioni molto ridotte (trucioli) che possono anch'essi essere utilizzati per la produzione di tavole.

Diversamente dalle altre fasi di trasformazione industriale analizzate, l'input di questa trasformazione non è costituito da un oggetto (quale il toppo o un asse) di facile identificazione, ma da tanti piccoli frammenti che, per poter essere catalogati, devono essere raccolti in opportuni contenitori che possano essere semplicemente identificati. Per una completa tracciabilità, si consiglia, preliminarmente a questa fase, di raccogliere tali scarti al termine di ogni singola attività di trasformazione (ad esempio, al termine del taglio di una o più piante) in modo da poter associare al contenitore le informazioni relative al semi-lavorato precedente (ad esempio, informazioni sulla pianta di provenienza).

In termini di informazioni utili ai fini della tracciabilità per i truciolati, possiamo in questa fase identificare le medesime previste per i compensati in ragione di un processo di trasformazione molto simile:

- Lunghezza
- Larghezza
- Spessore
- Qualità delle facce
- Qualità dell'incollaggio
- Umidità
- Peso specifico
- Resistenza alla flessione longitudinale e trasversale
- Elasticità

Tracciabilità per la filiera della Paulownia

Dati per la tracciabilità

Le informazioni caratteristiche del processo di coltivazione, raccolta e trasformazione della Paulownia identificate, ad un primo livello[5], nelle sezioni immediatamente precedenti costituiscono quindi i dati su cui basare il sistema di tracciabilità.

In Figura 15[6] si riporta un diagramma UML (Unified Modeling Language) che descrive in maniera grafica e standardizzata tali informazioni associandole alle entità ai cui si riferiscono e definendo le relazioni tra le entità stesse.

Tale diagramma, oltre a fornire una modellazione concettuale delle informazioni di processo, può essere molto utile nella fase di condivisione di tali informazioni con gli analisti ed i progettisti di un sistema informativo in grado di archiviarle e di supportarne la raccolta nelle diverse fasi del processo di coltivazione e trasformazione.

Segue una descrizione del diagramma per semplificarne la lettura in particolar modo ai non addetti ai lavori.

In estrema sintesi, le informazioni da trattare sono relative sia agli attori che intervengono nel processo sia ai semi-lavorati che ne derivano. Gli attori possono essere tutti ricondotti ad imprese di cui, oltre ai dati anagrafici e di localizzazione, può risultare utile tenere traccia delle certificazioni conseguite per fornire importanti informazioni in relazione ad eventuali standard di qualità dei loro semi-lavorati e di tutta una fase di lavorazione (nel caso la certificazione sia stata ottenuta da tutti gli attori coinvolti).

Le informazioni riconducibili al prodotto partono dalla sua origine, il terreno di coltivazione, che deve esser associabile in maniera univoca all'azienda che si occupa della produzione delle piante. Ogni pianta deve esser univocamente identificabile ed associata al terreno in cui viene coltivata, indicandone la posizione al suo interno. Ogni pianta può essere sottoposta ad uno o più tagli produttivi (oltre al taglio tecnico che, però, non produce legno utilizzabile) di cui è opportuno salvare la data. Un taglio genera uno o più toppi e, potenzialmente, trucioli di lavorazione. I toppi ed i trucioli sono i primi semilavorati del processo.

[5] Come già sottolineato in precedenza intendiamo questo set di dati come un primo risultato delle attività di ricerca alla base del presente progetto

[6] Per un maggiore dettaglio del diagramma, si veda l'ingrandimento in allegato

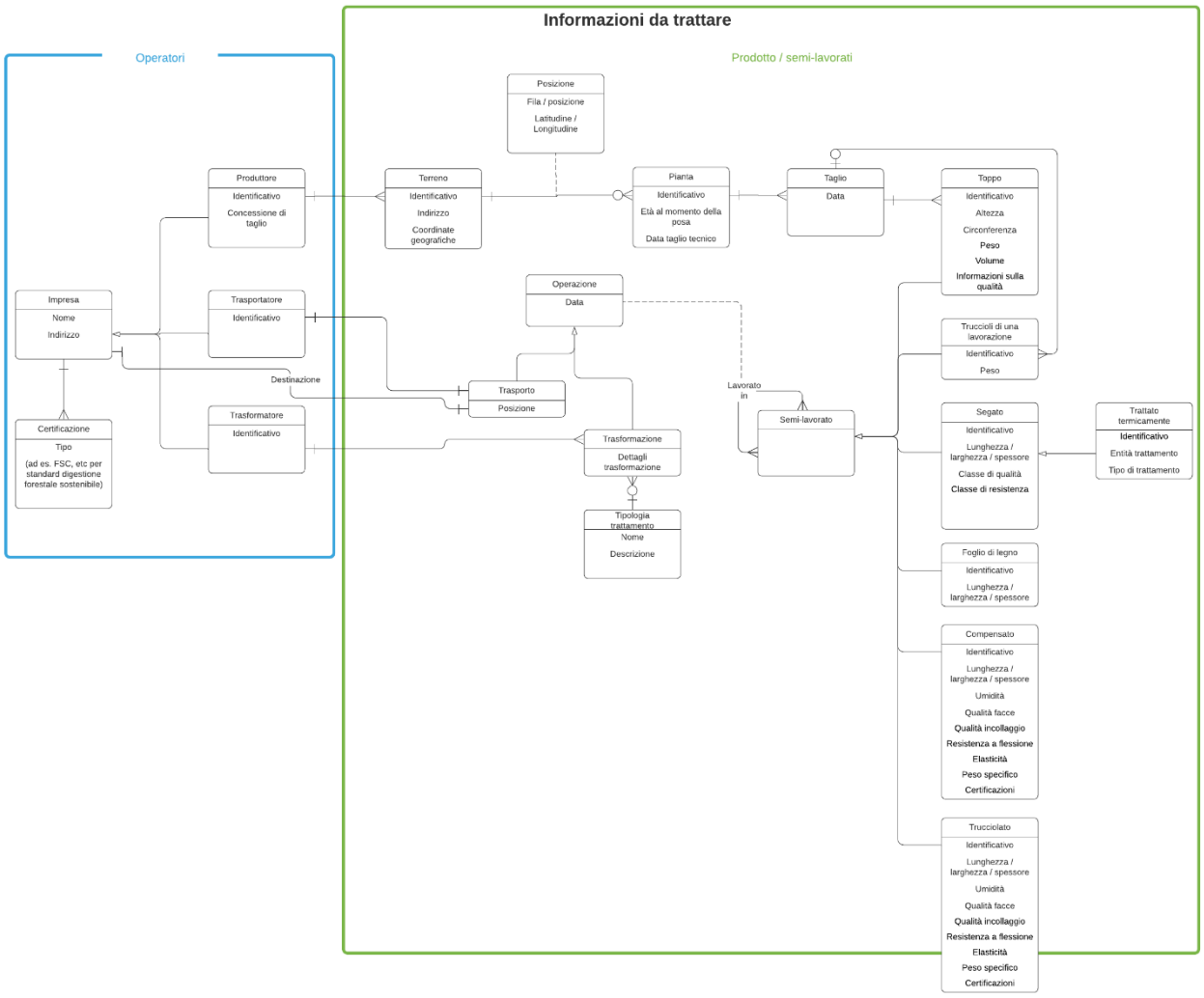


Figura 15. Diagramma dei dati caratteristici del processo di coltivazione e trasformazione della Paulownia

A questo punto, dobbiamo considerare che ogni semilavorato può essere oggetto di un'operazione di trasporto o di trasformazione (in entrambi i casi è opportuno tenere traccia della data in cui viene eseguita). Nel caso del trasporto occorrerà identificare la destinazione (tipicamente un'impresa che eseguirà una successiva fase di trasformazione o vendita del semi-lavorato). Nel caso della trasformazione industriale, è opportuno identificare il tipo di trasformazione e le informazioni tipiche della trasformazione stessa che conducono alla produzione di un nuovo semi-lavorato, quale ad esempio un segato, un foglio di legno, una tavola compensata, etc.

Applicazione delle tecnologie ai processi

Standardizzazione delle informazioni

Come anticipato ad inizio analisi, per una gestione completa della tracciabilità ogni organizzazione coinvolta nel processo dalla coltivazione alla trasformazione deve essere in grado di controllare e registrare le informazioni caratteristiche dall'attività che sta affrontando. Tutte le informazioni devono essere registrate associandole in maniera univoca ai propri semilavorati o prodotti e mantenendo traccia dell'unicità dei semi-lavorati o delle materie prime di partenza.

In altri termini, tutte le organizzazioni coinvolte devono poter avere accesso alle informazioni raccolte a monte del processo e fornire quelle riconducibili alla propria attività a tutti gli attori a valle. Si pone, quindi un problema di comunicazione e di standardizzazione delle informazioni, in modo che ogni materia prima o semi-lavorato sia identificabile in maniera univoca ad ogni livello della lavorazione.

Con questo scopo, a livello mondiale si è diffuso il sistema GS1 che ha sviluppato diversi standard in grado di definire la modalità di condivisione delle informazioni. In particolare, è così possibile standardizzare il dato sul produttore e sul prodotto tramite tabelle di riferimento internazionali che garantiscono la condivisione e comprensione delle informazioni.

In questo contesto, per i sistemi di tracciabilità è particolarmente utilizzato lo standard GS1-128 (noto anche come EAN-128) che consente di rappresentare, oltre a produttore e prodotto, anche informazioni aggiuntive tipiche proprio dei sistemi di tracciabilità, quali la codifica dei colli e delle unità logistiche. Uno dei punti di forza di questo specifico standard, infatti, è quello di poter indicare all'interno del codice sia l'informazione che il suo significato ed il formato in cui viene scritta. Allo scopo è stata definita una tabella di tipologie standard di dati (detti Application Identifier - AI) ed i relativi codici di identificazione in modo che possano essere utilizzati e compresi a livello globale.

Lo standard GS1 può essere applicato sia a codici a barre (e, quindi, anche QR-Code) che a dispositivi RFID o NFC, garantendo la possibilità di utilizzare tutte le principali tecnologie per lo scambio di informazioni nella maniera più idonea al processo da tracciare.

Identificazione dei semi-lavorati

L'univocità generata dall'adozione di uno standard di condivisione dati non deve essere compromessa dalle caratteristiche dei sistemi informativi in uso presso le organizzazioni coinvolte nella filiera.

Per questo motivo, tutti gli attori coinvolti devono essere in grado di eseguire tre specifiche operazioni:

1. leggere le informazioni in formato standard sui prodotti provenienti dai fornitori;
2. eventualmente, trasformarle per renderle compatibili con le codifiche in uso presso i propri sistemi informativi nel caso in cui tali sistemi non siano coerenti con lo standard internazionale;
3. generare le informazioni di tracciabilità dei propri semi-lavorati in modo che siano coerenti con lo standard internazionale.

A questo duplice scopo di identificazione e raccolta informativa, è importante ora capire come possono essere utilizzate le tecnologie descritte nella sezione *Tecnologie per la tracciabilità* in

Figura 16. Esempio di codice a barra in standard GS1-128

riferimento a ciascuna delle fasi di coltivazione, raccolta e trasformazione della Paulownia descritte nelle sezioni precedenti (ma, più in generale, della trasformazione del legno).

Le fasi di coltivazione devono essere seguite con tecnologie facilmente applicabili alle piante e non deteriorabili in ambienti aperti a causa di agenti atmosferici, parassiti, animali, etc: per questo motivo, a questo scopo si presta molto bene la tecnologia RFID[7] che consente anche di scrivere e memorizzare direttamente sul tag (grazie agli appositivi dispositivi di lettura / scrittura) le prime informazioni di interesse per la tracciabilità (quali, produttore, terreno, informazioni qualitative, data di marcatura dell'albero, coordinate GPS, etc) anche senza disporre di un sistema informativo software da cui prelevare le informazioni stesse.

Al momento del taglio, occorre identificare univocamente ciascun toppo: anche in questo caso la tecnologia prevalentemente utilizzata resta RFID, sempre grazie alla semplicità di applicazione sul legno: il tag RFID associato alla pianta viene rimosso e ne viene applicato uno nuovo a ciascun toppo (riportandovi i dati già salvati per la pianta e preservando così l'associazione con le informazioni RFID applicate nella prima fase) e aggiungendo i dati relativi al taglio e al toppo stesso (ad esempio, in merito alla data di taglio, lunghezza del ceppo, diametro medio del ceppo, categorie di qualità del legno).

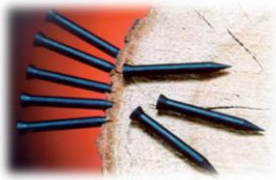


Figura 17. Esempio di tag RFID a chiodo applicabili ad un toppo

Figura 18. Esempio di RFID per l'identificazione di alberi

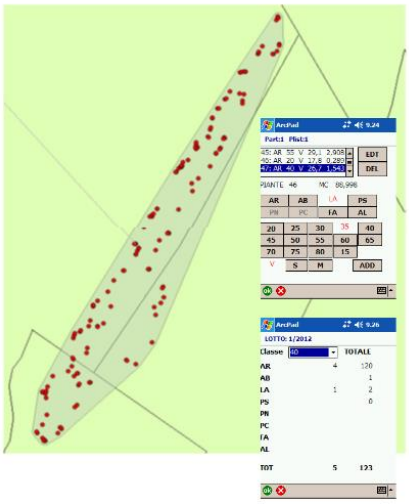


Figura 19. Localizzazione delle piante in base alla georeferenziazione salvata sul tag RFID posizionato sulla pianta

Lo stesso tag può poi essere usato per il trasporto: in questo caso l'utilizzo dell'RFID risulta interessante anche per la possibilità automatizzarne il riconoscimento tramite appositi varchi dotati di lettori posti all'ingresso dei punti di consegna.

[7] Codici a barre e QR Code sono potenzialmente impiegabili ma sono maggiormente soggetti al deterioramento causato dagli agenti atmosferici e consentono la memorizzazione di meno informazioni.

Figura 20. Esempio di codici a barre applicati ad assi di legno

Le fasi di trasformazione industriale richiedono l'utilizzo di sistemi in grado di identificare con facilità i semi-lavorati che si originano a seguito dei diversi processi. Applicare semplici tag a tali semi-lavorati resta sempre la strada più semplice. In genere, però, non vengono più utilizzati i tag RFID ma sistemi a codice a barre, più economici e semplici da produrre e applicare (anche con una semplice stampante di etichette). In riferimento a queste considerazioni, è ragionevole pensare che anche gli scarti della fase di taglio, opportunamente raccolti in contenitori, possano essere identificati con opportune etichette contenenti codici a barre.

A livello industriale, l'utilizzo dei codici a barre è facilitato anche dalla sempre più diffusa presenza di sistemi informativi software in grado di conservare le informazioni da scrivere sul tag.

Facendo riferimento alle quattro lavorazioni della Paulownia descritte nella sezione *Principali processi di trasformazione industriale*, possiamo quindi identificare una serie di processi che possono essere messi a regime nel corso delle diverse fasi di lavorazione per identificare i semi-lavorati ed associare loro le informazioni ai fini della tracciabilità:

- Segati
    - Lettura RFID sul toppo in ingresso
    - Salvataggio dati su eventuale sistema gestionale interno alla segheria
    - Etichettatura con Codice a barra di ogni tavola prodotta dal toppo
- Trattati termicamente
    - Lettura Codice a barre sulla tavola in ingresso
    - Salvataggio dati su eventuale sistema gestionale interno all'impresa di trasformazione
    - Etichettatura con nuovo Codice a barra di ogni tavola trattata
- Compensati
    - Lettura RFID sul toppo in ingresso
    - Salvataggio dati su eventuali sistemi gestionali interni all'impresa di trasformazione
    - Etichettatura con Codice a barra di ogni foglio prodotto dal toppo e salvataggio dati di trasformazione su eventuale sistema gestionale interno
    - Etichettatura con Codice a barra di ogni tavola prodotta dai fogli e salvataggio dati di trasformazione su eventuale sistema gestionale interno (ad esempio, associazione tra tavola prodotta e fogli di origine o toppo di origine dei fogli).
    - Etichettatura con Codici a barre di ogni tavola prodotta
- Truciolati
    - Lettura RFID/Codice a barre sui contenitori di trucioli in ingresso
    - Salvataggio dati su eventuali sistemi gestionali interni all'impresa di trasformazione
    - Etichettatura con Codice a barra di ogni tavola prodotta

I semi-lavorati industriali e gli eventuali scarti utilizzabili in altre produzioni (come i truciolati) per essere trasportati devono essere preventivamente imballati. Ogni imballaggio può essere quindi etichettato sempre utilizzando Codici a barre. Come detto in precedenza per i toppi, però, in

questo caso l'utilizzo di RFID consente l'automatizzazione del riconoscimento nei punti di consegna se dispongono di varchi dotati degli appositi lettori: per il trasporto, quindi, l'utilizzo di questa tecnologia potrebbe risultare più vantaggioso.

Le informazioni sull'applicazione delle tecnologie alle diverse fasi di processo sono riassunte graficamente in Figura 21.

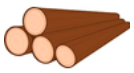
FASE			TECNOLOGIA	LETTORE
	Etichettatura pianta		RFID	
	Abbattimento		RFID	
	Selezione		RFID	
	Trasporto		RFID	
	Trasformazione industriale	Semi-lavorati "intermedi" (fogli di legno, trucioli)	QR code Barcode	
		Semi-lavorati "finali" (tavole, trattati termicamente, compensati, truciolati)		
		etc..		

Figura 21. Tecnologie applicabili alle diverse fasi di coltivazione, raccolta e trasformazione di alberi funzionali alla tracciabilità

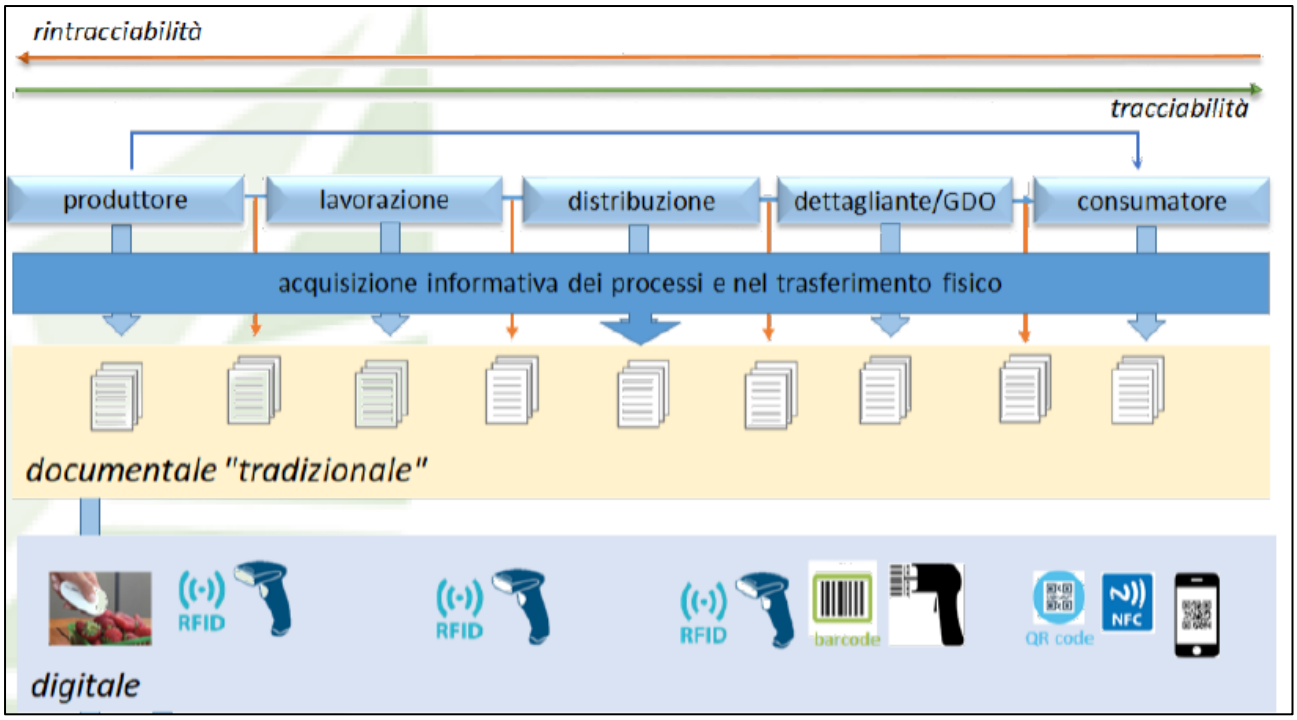


Figura 22. Tecnologie digitali che si affiancano al processo tradizionale di tracciabilità

La raccolta dei dati in sistemi informativi

I dati raccolti presenti sui tag (RFID e codici a barre) possono essere sufficienti per garantire lo scambio delle prima informazioni "di base" tra i diversi attori della filiera. È anche vero, però, che come accennato nella sezione precedente a livello industriale tutti i dati di produzione sono ormai affidati a sistemi gestionali software che consentono la memorizzazione di tutte le informazioni di cui si ha necessità.

In questo ambito si sente spesso parlare di sistemi software MES (Manufacturing Execution System) e ERP (Enterprise Resource Planning): si tratta di applicazioni informatiche specializzate per gestire in maniera integrata ed efficiente tutti i processi aziendali (ERP) o il solo processo produttivo spesso con un interfacciamento diretto con le macchine industriali (MES).

Per questo motivo, tutte le informazioni salvate sui tag possono essere poi salvate anche su basi dati centralizzate o su sistemi gestionali centralizzati.

Per ogni singolo attore di una filiera di tracciabilità, i vantaggi di una gestione centralizzata sono vari:

- Integrazione automatica di tutte le informazioni del proprio processo di trasformazione;
- Integrazione con altri sistemi informativi aziendali (quali, ad esempio la gestione del magazzino, la gestione degli ordini, etc);
- Possibilità di interrogare le informazioni non solo tramite l'accesso al dispositivo fisico ma anche da remoto, ad esempio, tramite applicazioni web o per mobile;

- Possibilità di creare nuovi tag (compresi i codici a barre utilizzabili, come visto, per l'etichettatura dei semi-lavorati della fase di trasformazione industriale) tramite software in grado di accedere direttamente a queste sorgenti informative;
- Possibilità di importazione ed esportazione dati;
- Possibilità di integrazione dati con i sistemi gestionali degli attori a monte e a valle del processo di trasformazione.

È evidente che la possibilità di condividere un unico sistema gestionale per il trattamento delle informazioni di trasformazione della Paulownia con tutti gli attori della filiera, sarebbe un ulteriore valore aggiunto perché consentirebbe di uniformare non solo il salvataggio delle informazioni ma, soprattutto, la metodologia di lavoro. Evidentemente, questo approccio è di difficile realizzazione perché spesso ogni attore dispone già del proprio sistema software.

La caratteristica grazie alla quale un sistema basato su RFID o Codici a barre può salvare le proprie informazioni su un sistema gestionale centralizzato è garantita da specifici applicativi software (denominati middleware) in dotazione insieme ai lettori dei tag che costituiscono un vero e proprio "connettore" in grado di interporsi tra i dispositivi e le applicazioni aziendali, garantendo lo scambio di dati.

Il middleware ha diverse funzioni e svolge un ruolo importante nel funzionamento e nella gestione del sistema a tag. Il middleware non solo può gestire lettori, antenne, stampanti e la comunicazione tra questi dispositivi e le applicazioni aziendali, ma riceve, filtra, aggrega e dà un senso ai dati provenienti dai tag stessi. Quindi, un middleware è un applicazione software che permette la connessione e interazione dei dispositivi con i sistemi gestionali ERP o MES aziendali, permettendo la lettura e la gestione automatica del dato in modo semplice ed univoco.

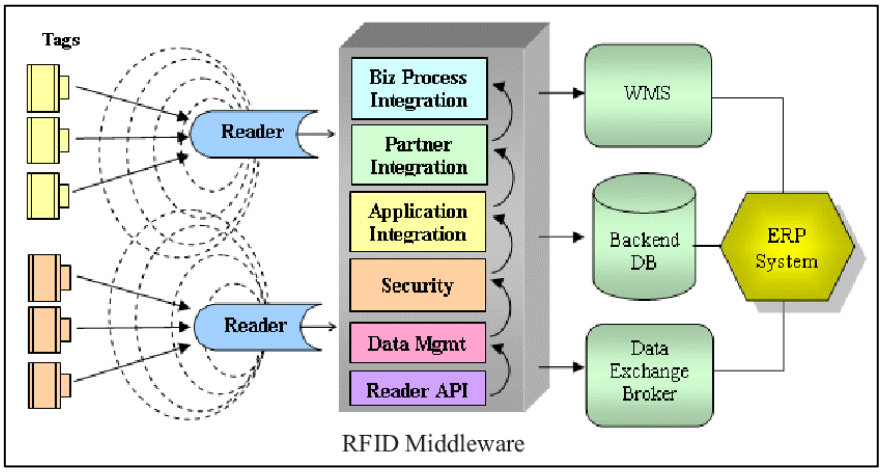


Figura 23. Le funzionalità di un middleware software per la connessione di dispositivi RFID con gli ERP aziendali

Per tutti gli attori della filiera della Paulownia che non fossero dotati di sistemi gestionali, ad oggi, non sembrano disponibili in commercio applicazioni riferibili alla sua coltivazione e trasformazione. Esistono però ERP specifici per le aziende del legno, progettati in particolare per supportare nel lavoro quotidiano i produttori di componentistica e di semilavorati e che possono essere adattati anche alle esigenze dei coltivatori/produttori.

Per comprendere più nel dettaglio le caratteristiche di questi sistemi, a titolo puramente esemplificativo, si riportano a seguire alcuni software ERP applicabili alla filiera del legno e, quindi, potenzialmente utilizzabili anche per raccogliere informazioni di tracciabilità per la Paulownia:

- Wood Pro[8]
- SYNTOO WOOD[9]

La garanzia del processo

Le tecnologie analizzati fino a questo punto consentono di gestire i flussi informativi tipici dei sistemi tracciabilità, ma non offrono la certezza che i dati salvati e condivisi con gli altri attori di filiera non vengano modificati o, peggio, manomessi nel tempo. Inoltre, i dati sono tipicamente distribuiti sui diversi sistemi gestionali in uso nelle aziende della filiera e questo aspetto rende ancora più complessa una verifica complessiva del sistema.

A maggiore garanzia del processo di tracciabilità è possibile, quindi, introdurre apposite applicazioni in grado di assicurare l'immutabilità delle informazioni raccolte, e, quindi, la garanzia

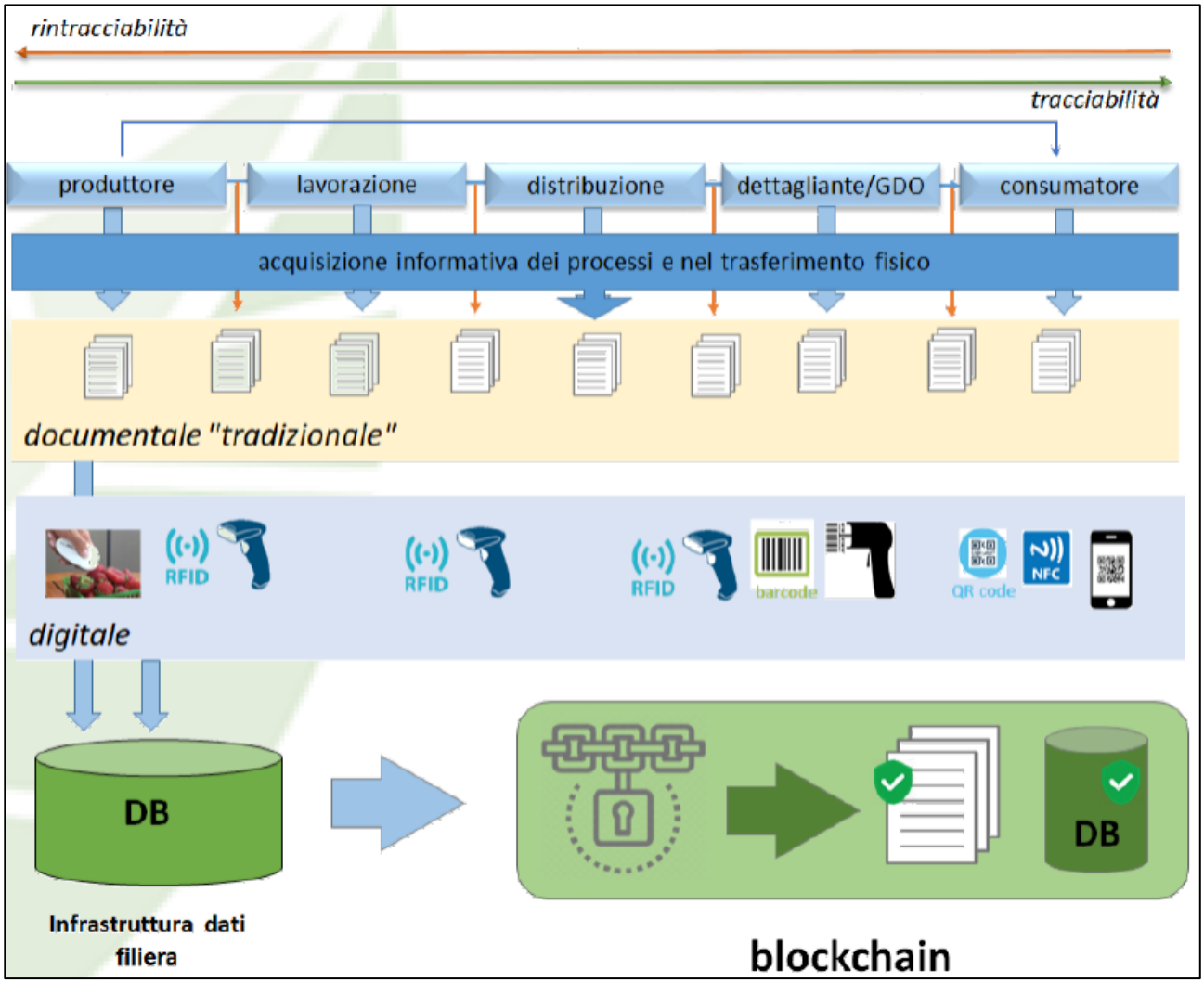


Figura 24. La blockchain come elemento di garanzia delle informazioni di tracciabilità

[8] Per approfondimenti: https://www.proconsulting.it/erp-collaborativi/software-erp-gestionale-wood-pro/
[9] Per approfondimenti: https://www.syntegralab.it/syntoo-wood-verticale-fluentis/

che tali dati non possano essere alterati durante tutto il processo. In base alle ricerche effettuate è evidente come questo approccio, per quanto molto rigoroso e particolarmente idoneo alla tracciabilità, non sia ancora particolarmente diffuso, in particolare nel settore della trasformazione del legno in cui si possono identificare solamente alcuni progetti sperimentali.

In questo ambito, comunque, la tecnologia di riferimento è la Blockchain (per l'approfondimento sul funzionamento della tecnologia e sui sistemi software utilizzabili allo scopo si veda la sezione *Tecnologie per la garanzia del processo*): attraverso la Blockchain è possibile mettere a regime un unico applicativo che, grazie a sistemi di crittografia, distribuzione e replicazione delle informazioni, fornisce visibilità delle informazioni a tutti gli attori coinvolti e, tramite il coinvolgimento degli attori stessi nella validazione di ogni inserimento dati, garantisce anche l'immutabilità di tutti i passaggi.

Nel contesto di tracciabilità e rintracciabilità, quindi, questo aspetto si adatta particolarmente alla garanzia di prodotto e di processo, consentendo di identificare con certezza le varie fasi di trasformazione e le informazioni relative alla qualità dei prodotti e semi-lavorati. Nel contesto del legno, in particolare, le Blockchain possono garantire la provenienza e la qualità fornendo un ampio supporto alle diverse forme di certificazione disponibili.

In Figura 25. *Esempio di applicazione della blockchain nella filiera del legno,* si riporta un caso esemplificativo di come la Blockchain possa essere utilizzata per il trattamento dei dati nella filiera del legno: si può osservare come tutti gli attori coinvolti in sequenza nella trasformazione (che, come sappiamo dalle sezioni precedenti, contribuiscono ad accrescere le informazioni salvate introducendo quelle relative ai semi-lavorati di propria competenza) salvando i propri dati, tramite

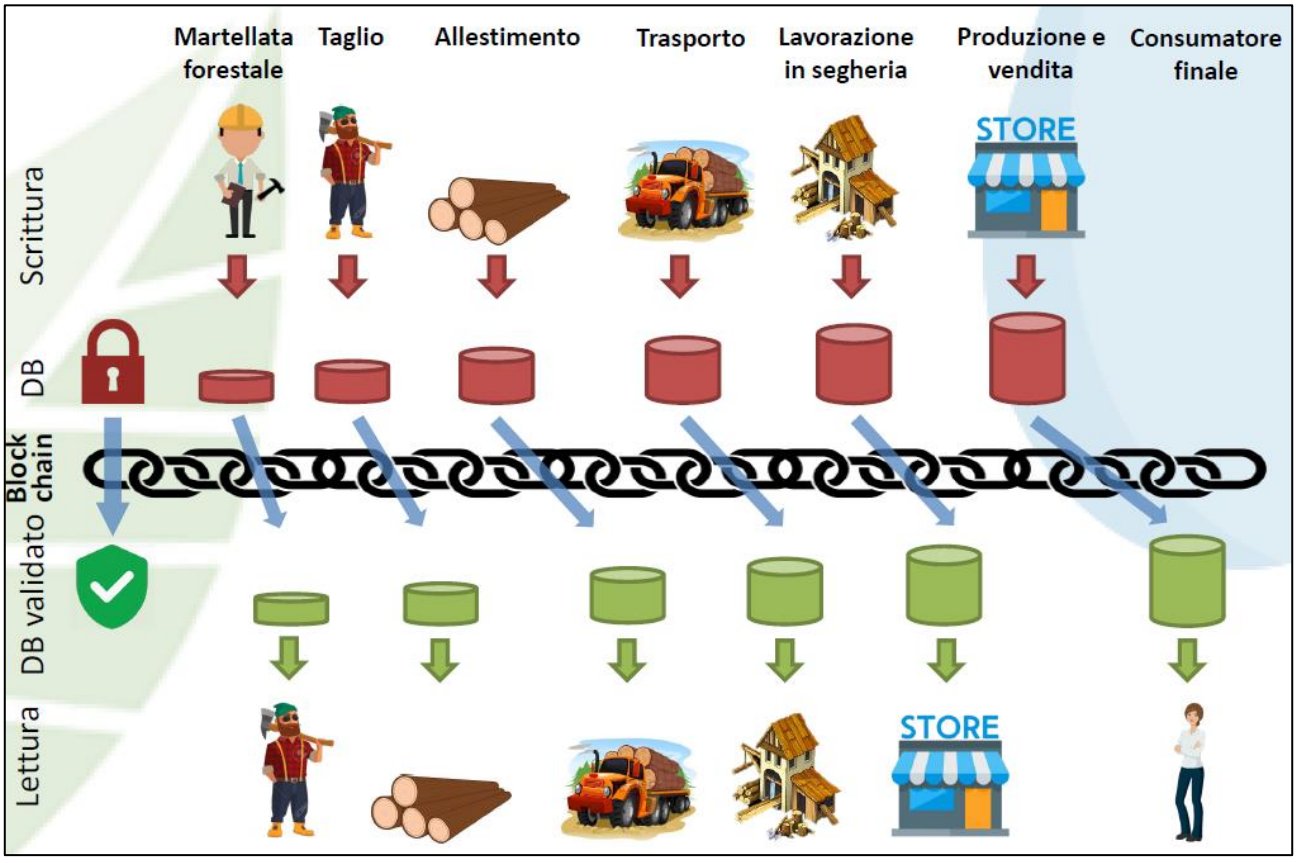


Figura 25. Esempio di applicazione della blockchain nella filiera del legno

la Blockchain, accedono automaticamente alla possibilità di rendere validata ed immutabile la propria transazione di inserimento. Parallelamente, possono consultare le informazioni inserite dagli attori che li hanno preceduti avendo garanzia che i dati letti siano stati trattati in maniera analoga e, quindi, a loro volta, siano stati validati dal sistema di Blockchain e non modificati nel tempo. L'esempio è tratto da un caso di tracciabilità più ampia rispetto a quella trattata per la Paulownia nel presente report.

Per ricondurla al nostro caso applicativo, occorre considerare due aspetti: la fase della "Martellata forestale" può essere tranquillamente sostituita con la fase di impianto degli alberi; le fasi conclusive relative alla vendita ed all'acquisto da parte del consumatore finale, pur non essendo oggetto di questa analisi, possono essere aspetti interessanti da integrare in sviluppi futuri del lavoro in modo da espandere e valutare il sistema di tracciabilità fino all'ultimo elemento della catena. Implementare un sistema di Blockchain, tra l'altro, garantisce di poter integrare le fasi di processo senza dover sostituire il sistema software di riferimento ma semplicemente aggiungendo nuove transazioni e nuovi dati all'interno del medesimo applicativo.

Segue un esempio concreto di applicazione della Blockchain in un progetto nella filiera del legno.

Applicazioni nella filiera del legno: il progetto Woodchain

Il progetto Woodchain, finanziato da PEFC International, nasce con lo scopo di rafforzare la fiducia e la tracciabilità lungo le catene del valore, creare una certificazione di gestione forestale sostenibile efficiente ed accessibile, e favorire l'evolversi dei processi di certificazione, raccolta dati e misurazione dell'impatto. L'applicazione della tecnologia Blockchain è fondamentale per il raggiungimento di tale obbiettivo in quanto può consentire una supervisione trasparente e completa della tracciabilità del legno e dei prodotti in legno, pienamente compatibile con la certificazione PEFC Chain of Custody (CoC).

Di conseguenza, la Blockchain può essere utilizzata per automatizzare e facilitare le operazioni di CoC, mantenendo il massimo livello di sicurezza nel processo. Inoltre, questa tecnologia è in grado

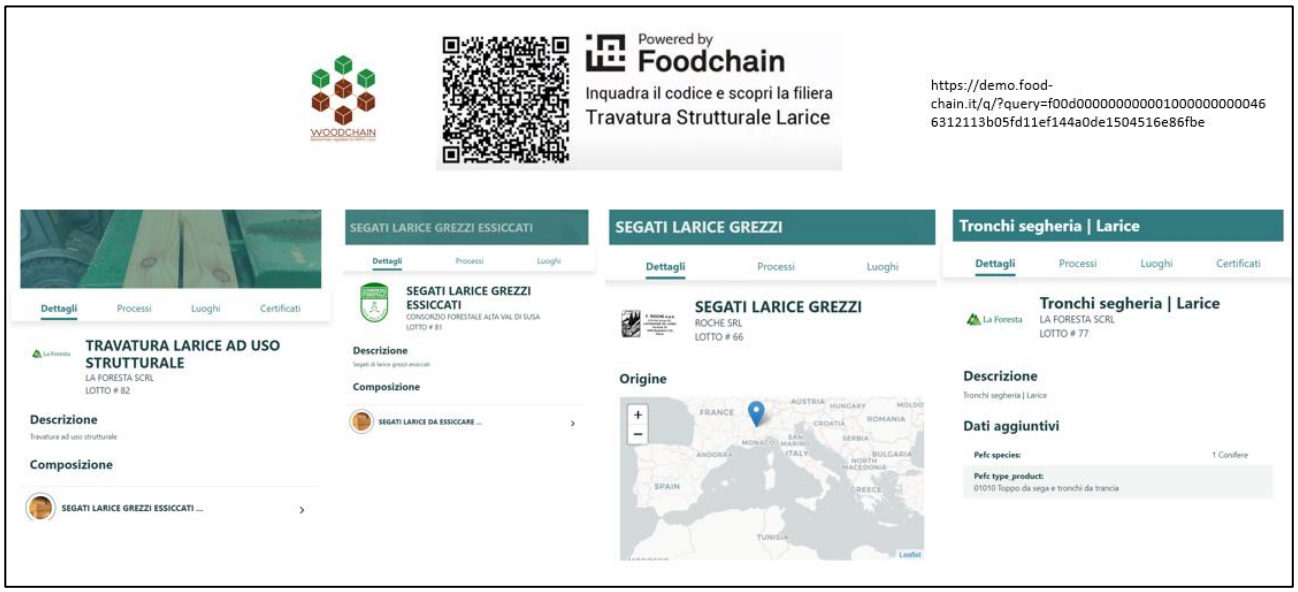


Figura 26. Uno screenshot dell'applicazione WoodChain

di registrare tutte le fasi della catena di produzione, rendendole facilmente e prontamente visibili, ad esempio su un telefono cellulare, sia ai commercianti professionisti che agli utenti finali.

La possibilità di rendere pienamente evidente a ciascun utente l'intera catena di produzione (dalla foresta al prodotto finito) è un elemento di chiarezza che può aiutare a informare la gestione forestale sostenibile e a promuovere gli standard PEFC. Inoltre, la raccolta e la disponibilità dei dati possono essere facilmente utilizzate nella valutazione della misurazione dell'impatto durante tutte le fasi di produzione.

Il progetto implementato da Replant Srl e Foodchain spa, vede coinvolte, insieme al PEFC Italia e PEFC Francia, diverse realtà torinesi e della Val di Susa: Replant Srl, Foodchain spa, La Foresta, Consorzio forestale Alta Val Susa, F. Roche sas, Società cooperativa Silva e Kaboom Srl.

Foodchain è tra le prime aziende al mondo ad aver utilizzato la tecnologia Blockchain nel settore agro-alimentare; è una piattaforma distribuita basata su tecnologia Blockchain per la gestione della supply chain, la tracciabilità dei prodotti e la sicurezza dei dati.

Segue il link alla piattaforma dimostrativa disponibile su web:

https://demo.food-chain.it/q/?query=f00d0000000000010000000000466312113b05fd11ef144a0de1504516e86fbe

Griglia comparativa delle soluzioni tecnologiche individuate

Nelle analisi raccolte nel presente report sono state identificate diverse tecnologie utilizzabili nell'ambito della tracciabilità, descrivendone dapprima le caratteristiche e i relativi vantaggi e svantaggi (vedi sezione *Tecnologie per la tracciabilità*) e successivamente l'applicabilità nelle diverse fasi di coltivazione, raccolta e trasformazione industriale (vedi sezione *Applicazione delle tecnologie ai processi*).

Per riassumere tutte le considerazioni e le analisi emerse e con l'obiettivo di facilitare il processo di valutazione sulla effettiva applicazione delle tecnologie alla tracciabilità della filiera della Paulownia, riportiamo di seguito una tabella comparativa in cui, per ogni ambito di applicazione, si riportano le tecnologie disponibili e quella di riferimento in base all'attuale stato dell'arte, alla diffusione e all'effettiva applicabilità nel presente progetto.

Processo	Ambito di applicazione	Tecnologie disponibili	Tecnologia di riferimento
Coltivazione della pianta	Posa e identificazione della pianta	QR Code, Codice a barre, RFID	RFID
	Garanzia del processo	Blockchain	Blockchain
Raccolta e accatastamento	Identificazione del toppo	QR Code, Codice a barre, RFID	RFID
	Identificazione degli scarti	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
	Garanzia del processo	Blockchain	Blockchain
Trasformazione industriale			
Segati	Identificazione della tavola	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
Compensati	Identificazione del foglio	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
	Identificazione della tavola	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
Truciolati	Identificazione della tavola	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
Per tutte le trasformazioni	Identificazione degli scarti	QR Code, Codice a barre	Codice a barre
	Identificazione degli imballaggi dei semi-lavorati	QR Code, Codice a barre, RFID	RFID
	Garanzia del processo	Blockchain	Blockchain
Trasporto			
Toppi	Identificazione del toppo	QR Code, Codice a barre, RFID	RFID
Semi-lavorati industriali	Identificazione dell'imballaggio	QR Code, Codice a barre, RFID	RFID
Per tutti i trasporti	Garanzia del processo	Blockchain	Blockchain

Riferimenti normativi, collegamenti utili e allegati

Riferimenti normativi

Segue un elenco di riferimenti normativi, alcuni specifici per la filiera del legno utilizzati all'interno del presente documento:

- UNI EN ISO 8402:1994 Gestione per la qualità ed assicurazione della qualità. Termini e definizioni.
- UNI EN ISO 9000:2015 Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti e vocabolario
- REGOLAMENTO (UE) N. 995/2010 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 ottobre 2010 che stabilisce gli obblighi degli operatori che commercializzano legno e prodotti da esso derivati
- EN 1927-1:2008 - Classificazione qualitativa del legno tondo di conifere - Parte 1: Abeti rossi e Abeti bianchi
- EN 1927-2:2008 - Classificazione qualitativa del legno tondo di conifere - Parte 2: Pini
- EN 1927-3:2008 - Classificazione qualitativa del legno tondo di conifere - Parte 3: Larici e Douglasie
- Linee guida ai requisiti per il ricevimento della merce presso i magazzini tradizionali e automatici

Collegamenti a risorse utili

Segue un elenco di link utili per approfondire gli argomenti trattati in questo report, in particolare in relazione ai temi più tecnici:

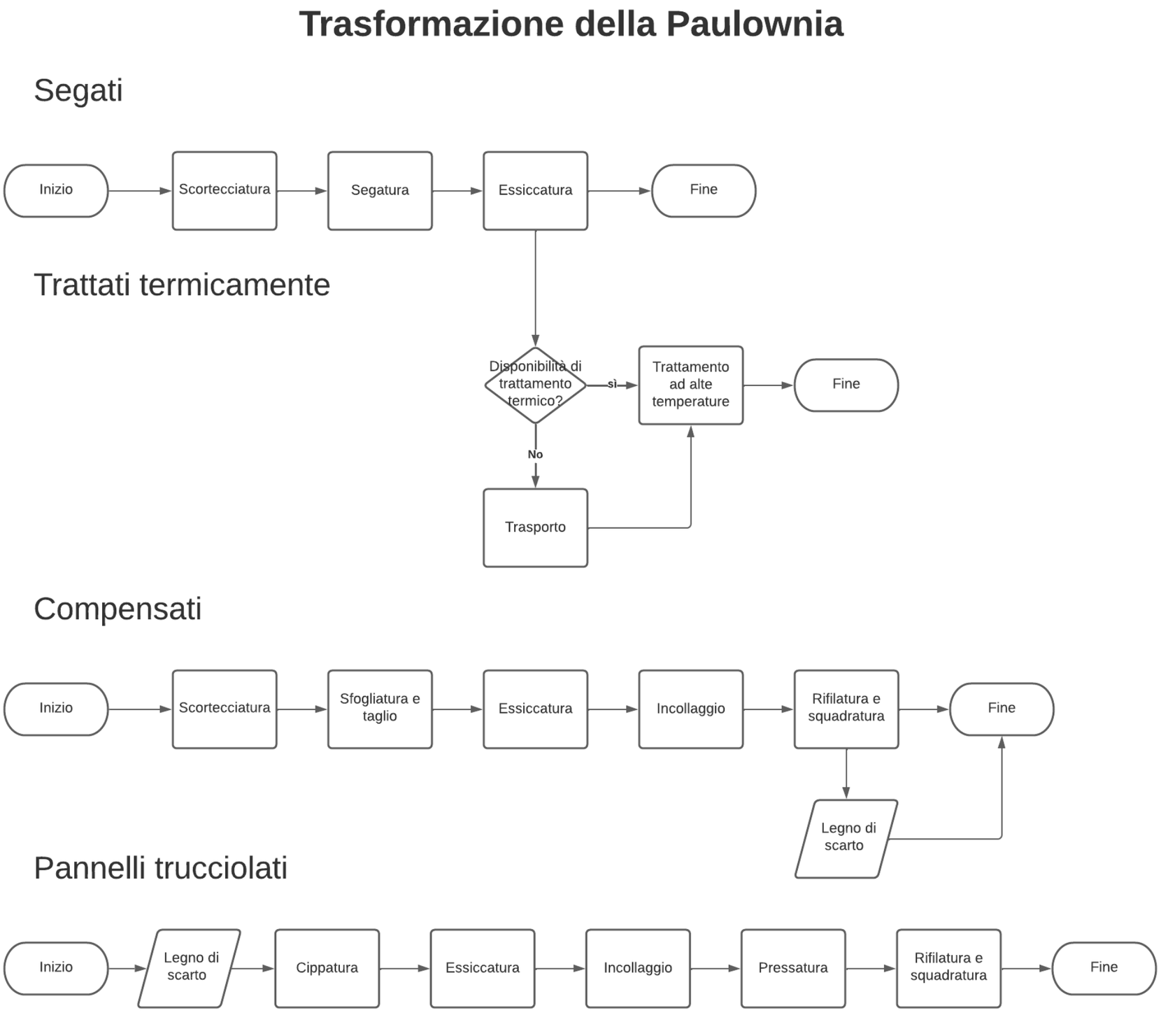
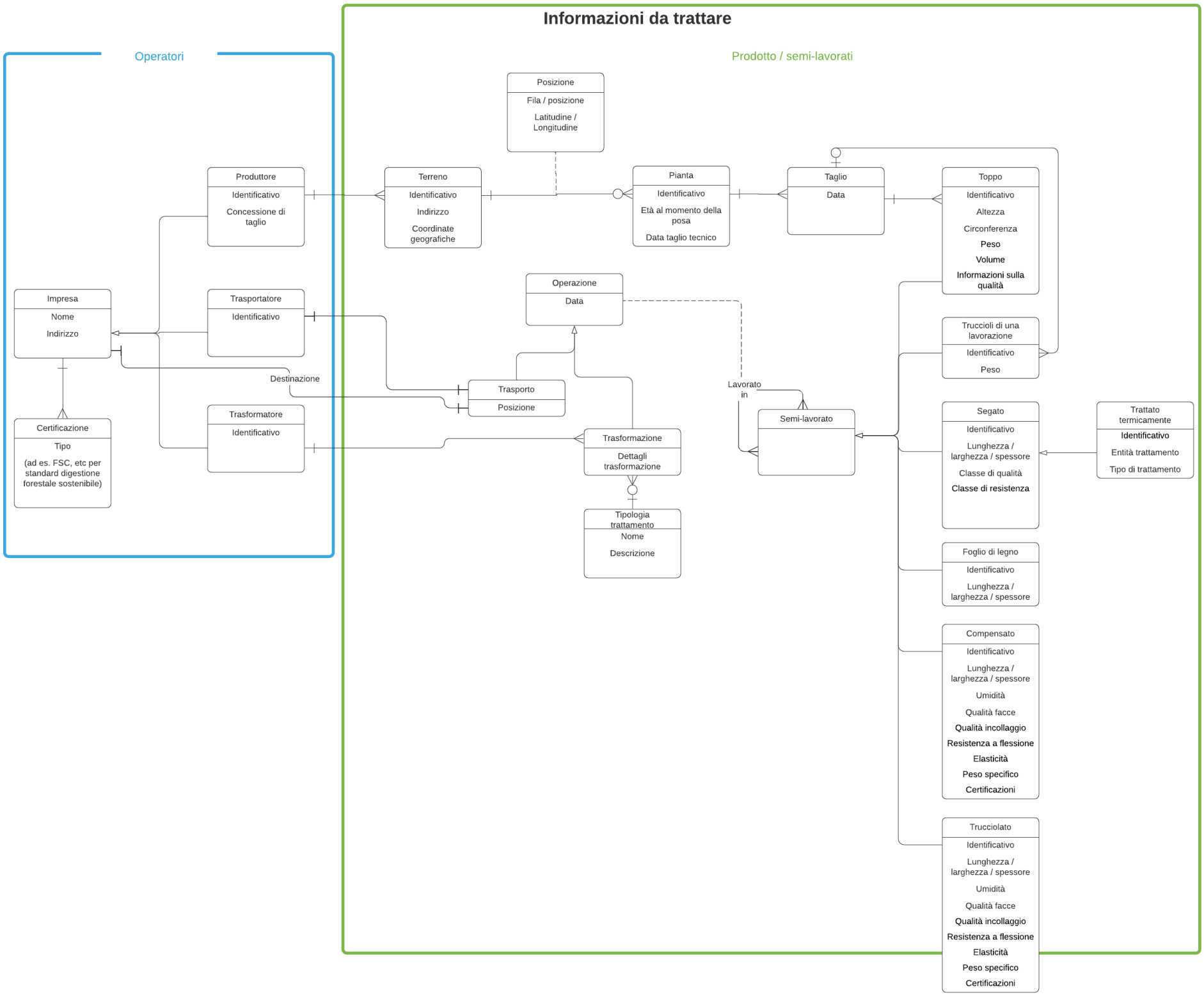
- Come funziona un codice a barre - https://youtu.be/VNLJ3nUsznw
- GS1 - L'organizzazione non profit GS1 sviluppa gli standard più utilizzati al mondo per la comunicazione tra imprese - https://www.gs1.org/standards - https://gs1it.org/
- GS1 – Lista degli Application Identifier - https://www.gs1.org/standards/barcodes/application-identifiers
- AGRIFOOD & PACKAGING - IFS 7, IL CODICE OBBLIGATORIO GS1 GLN - https://www.csqa.it/Food-e-Packaging/News/IFS-7,-il-codice-obbligatorio-GS1-GLN
- Le simbologie per codici a barre - https://gs1it.org/assistenza/standard-specifiche/simbologie-codici-a-barre/#ean-13-prod
- Identificazione a radiofrequenza - https://it.wikipedia.org/wiki/Identificazione_a_radiofrequenza
- Near Field Communication - https://it.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication
- Blockchain - Esempio di video che descrivono graficamente e semplicemente la blockchain: https://www.youtube.com/watch?v=SSo_EIwHSd4 - https://www.youtube.com/watch?v=2yJqjTiwpxM
- Manufacturing Execution System (MES) - https://it.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_Execution_System

- Enterprise resource planning (ERP) - https://it.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning
- Progetto WoodChain - https://www.facebook.com/WoodChain-396712064458641/

Allegati

Allegato 1 - Diagramma di flusso della coltivazione della Paulownia

Allegato 2 – Diagrammi di flusso delle principali modalità di trasformazione della Paulownia in semi-lavorati



Allegato 3 – Diagramma dei dati caratteristici del processo di coltivazione e trasformazione della Paulownia