



L'applicazione della tecnologia della blockchain per la tracciabilità nelle filiere agroalimentari

Prof. Marino Miculan - DMIF, Università di Udine

Evento di chiusura della Strategia

30 novembre 2024 - San Quirino (PN)

L'intervento si inserisce nelle attività previste dal Piano Strategico dell'Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Matematica Informatica e Fisica, WP10 «Intelligenza artificiale e cybersicurezza»

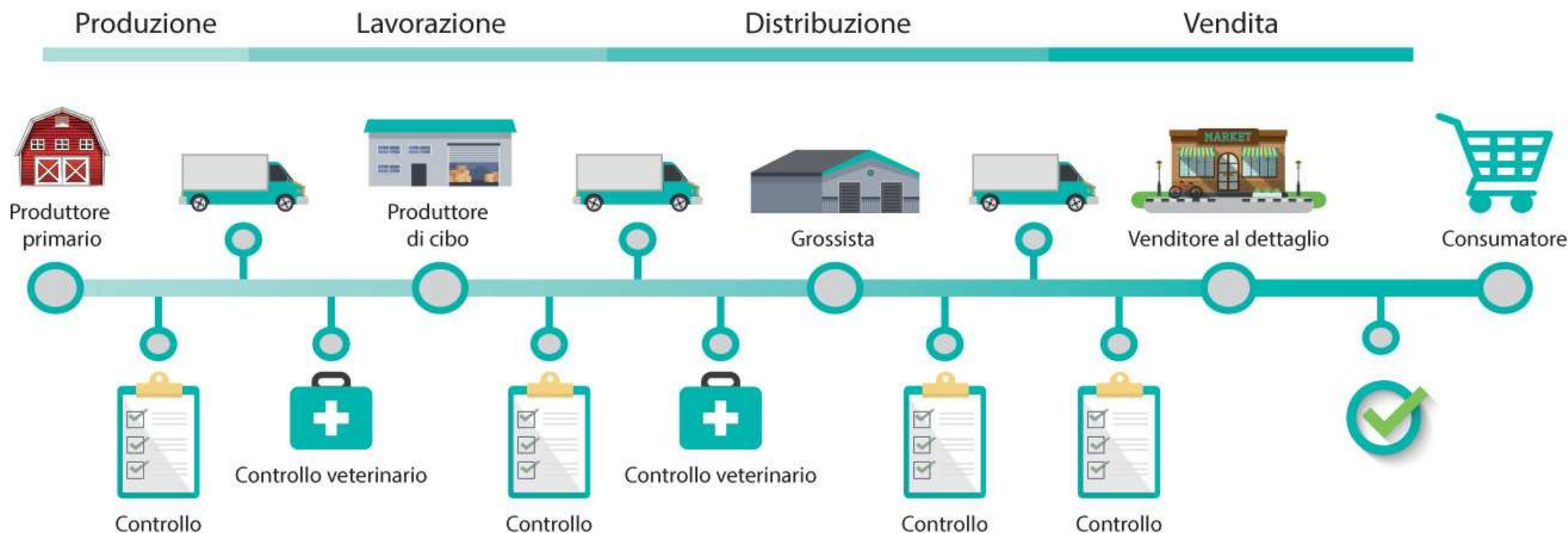


Perché la tracciabilità

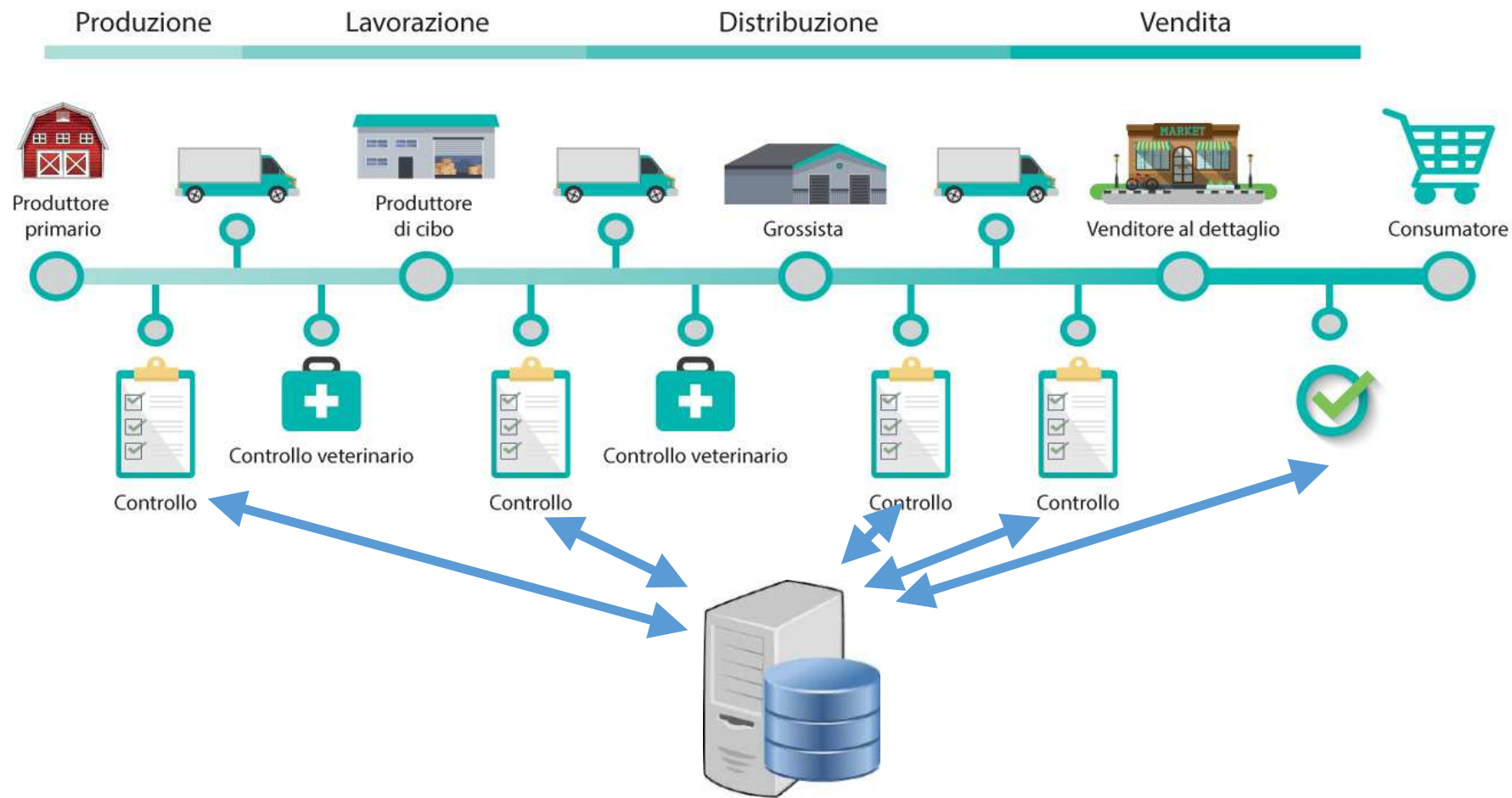
- **Contraffazione:** uso illecito di marchi registrati (DOP, IGP, ecc.), del logo, del design, del copyright, fino ad arrivare alla contraffazione del prodotto stesso
- **Italian sounding:** imitazione di un prodotto/denominazione/marchio attraverso un richiamo alla presunta italianità che non trova fondamento nel prodotto stesso, e non è perseguibile
- **Sofisticazione**, p.e. somministrazione di farmaci al di fuori dei regolamenti
- La tracciabilità aiuta a risolvere questi problemi

La tracciabilità è fondamentale nell'agrifood

- i prodotti possono essere monitorati (anche in tempo reale) durante tutto il loro percorso di vita su tutta la filiera
- Aumenta le garanzie per tutti i partecipanti della filiera
- Quindi aumenta il valore del prodotto e della filiera stessa



La tracciabilità: implementazioni centralizzate



Tag RFID



Portatili, lettori
di codici a barre



Software per la
tracciabilità con
tecnologia RFID



Dispositivi di stampa
etichette, codici a barre,
ticket, ecc.



Sistemi di
verifica

La tracciabilità: implementazioni centralizzate



Tag RFID



Portatili, lettori di codici a barre



Software per la tracciabilità con tecnologia RFID

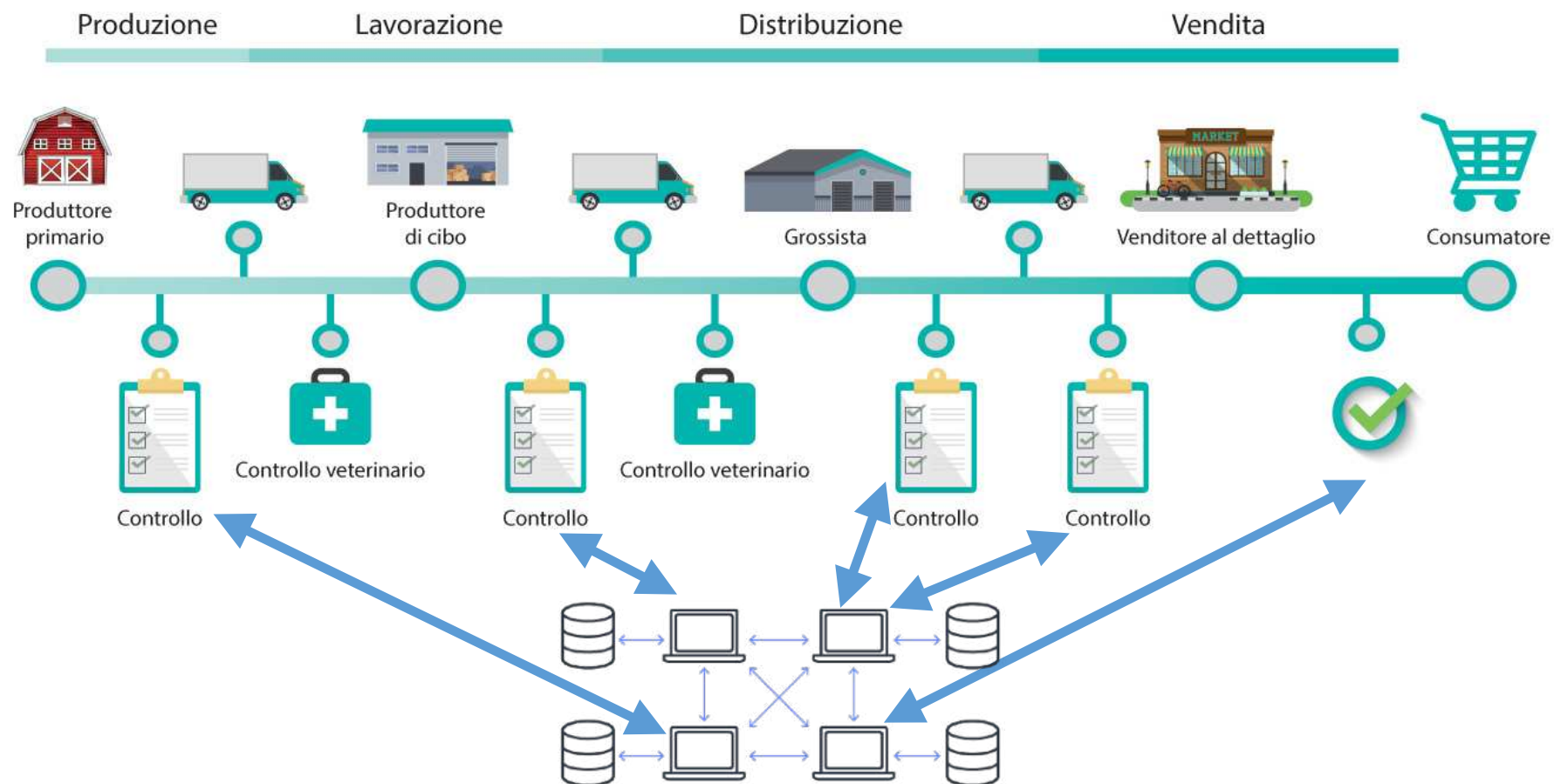


Dispositivi di stampa etichette, codici a barre, ticket, ecc.



Sistemi di verifica

La tracciabilità: implementazioni decentralizzate

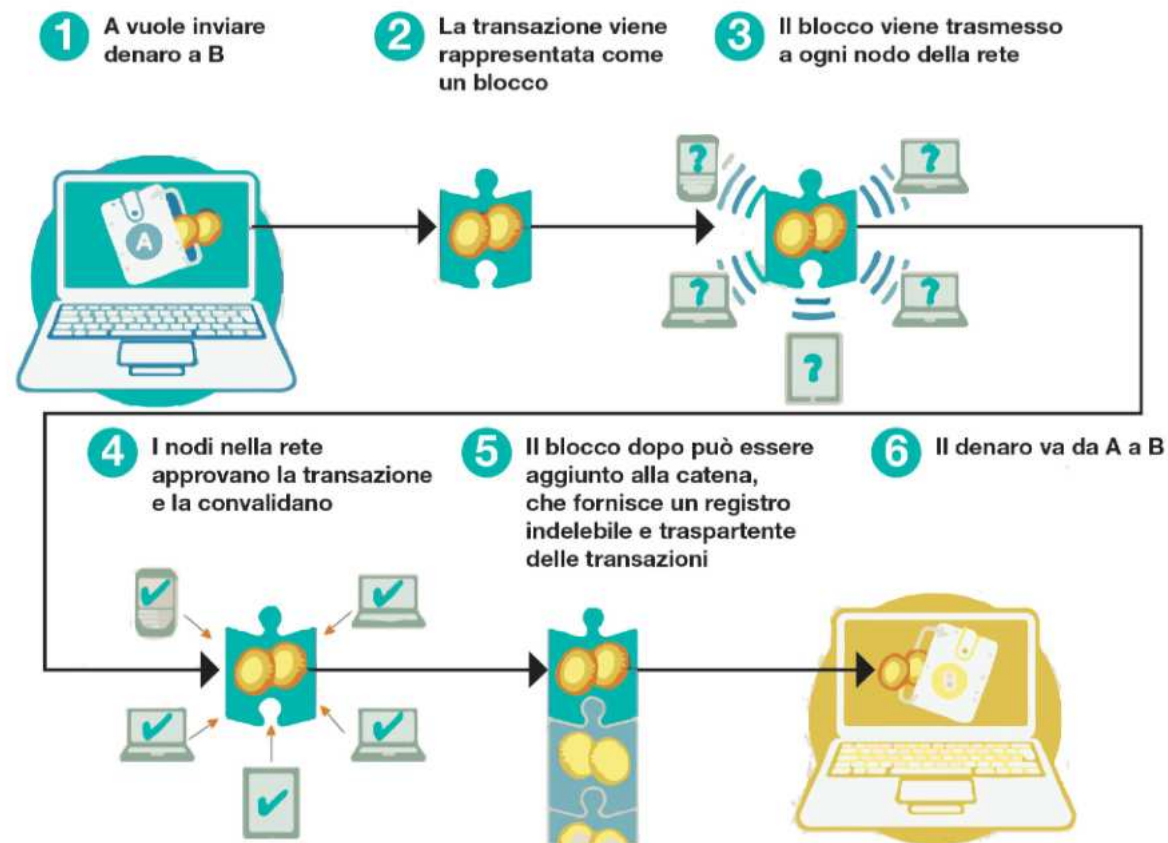


La **blockchain** (o meglio, la **Distributed Ledger Technology, DLT**) può dare risposte innovative per un sistema di relazioni interamente basato su un nuovo concetto di **fiducia distribuito e paritetico**

Blockchain?

- La blockchain è un **registro distribuito (*distributed ledger*) immutabile**
- Nata per garantire la **correttezza e disponibilità di transazioni finanziarie**
 - scambio rapido di dati tra attori diversi;
 - Peer-to-peer, senza autorità centralizzata, sempre disponibile;
 - **integrità, immutabilità ed autenticità dei dati scambiati.**
- **Ma non è solo per i sistemi finanziari!**

Come funziona una blockchain












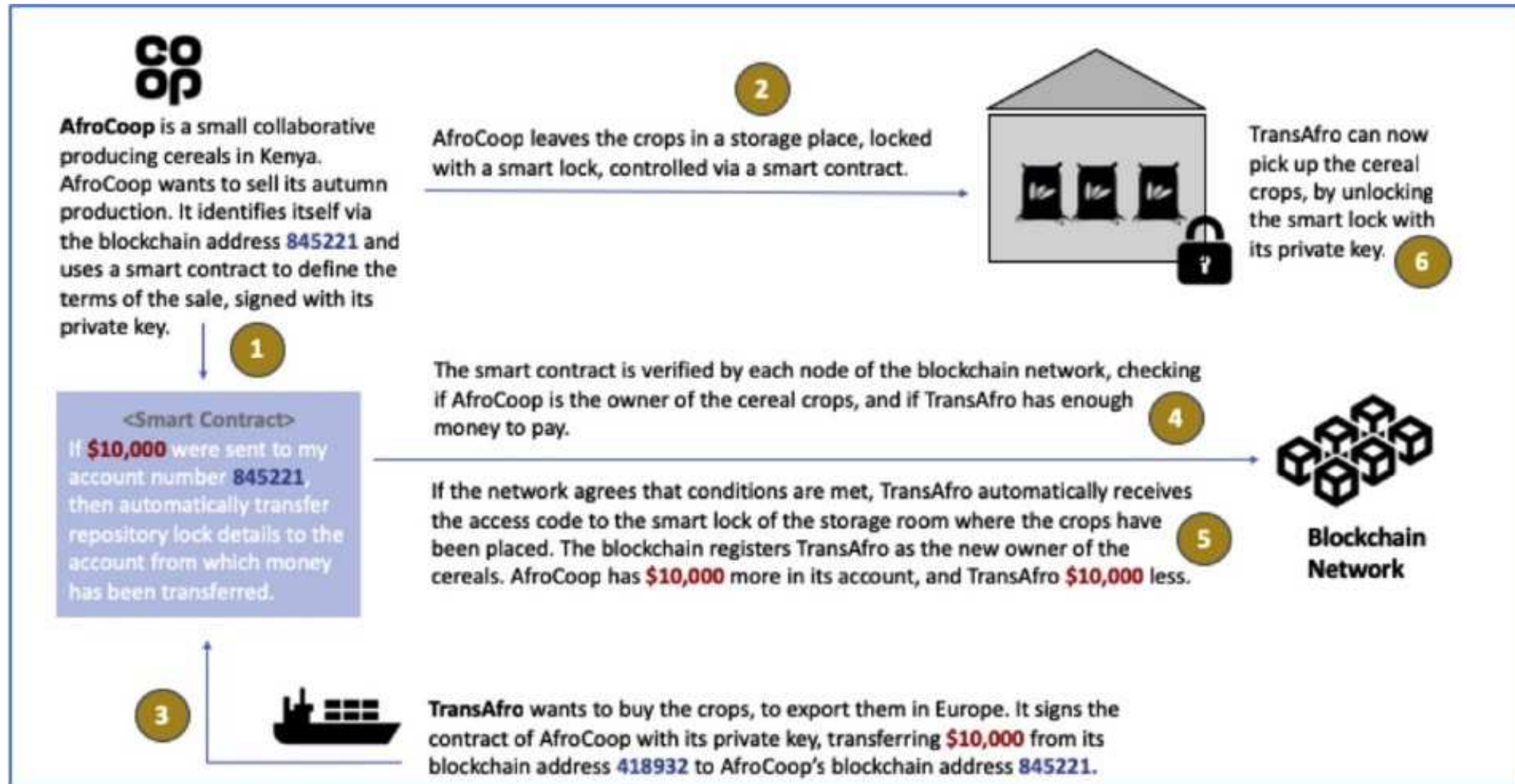
Blockchain non è solo per le crittovalute!

- Le tecnologie Blockchain permettono di implementare “distributed ledgers”: **registri immutabili distribuiti adatti in contesti senza fiducia completa**
- Utenti, organizzazioni, enti pubblici e privati possono registrare e reperire informazioni (p.e. accordi, contratti, transazioni, ecc) senza il bisogno di parti terze o intermediari
- **Sovranità digitale**: potere decisionale nelle mani esclusivo degli utenti, tutelati dalla tecnologia blockchain, porta ad una maggiore responsabilità e commons equamente distribuiti

Blockchain nell'agrifood è in forte crescita

	Chi?	Dove?	Cosa?	Sistema tecnologico
	Startup	Italia	Piattaforma Blockchain che consente di tracciare materie e prodotti alimentari, di diverso tipo, lungo tutta la filiera produttiva.	IoT, smart tracking, mobile platform, QR code, RFID e Nfc
	Progetto sviluppato in collaborazione con la startup EZ LAB e la Cantina Volpone	Italia	Sistema di condivisione in rete di tutte le informazioni connesse al prodotto vinicolo, fruibili attraverso un'etichetta digitale posta sul retro della bottiglia.	Sensors, IoT, smart tagging to track, QR Code, mobile platform.
	Ente di certificazione internazionale DNV GL	Italia	Etichetta intelligente basata sulla logica a blocchi, traccia l'intera filiera della bottiglia di vino su cui è posta, certificandone ogni passaggio.	Smart track to certifications, QR Code, Sensors ,IoT, Blockchain data collection.
	Startup	Italia	Piattaforma che garantisce una connessione diretta e controllata tra il coltivatore e consumatore finale. Un hub in cui è possibile "fittare" un proprio micro-campo in qualsiasi parte del mondo e senza intermediari.	Digital token payment, Blockchain analytics, sensors, IoT.
	Progetto tra WWF insieme a Bcg Digital Ventures	Australia	Piattaforma basata sulla distributed ledger technology con l'obiettivo di evitare l'utilizzo di merce illegale e poco sostenibile.	Sensors, tag RFID, mobile platform, QR Code, Data collection.
	Azienda agricola	Australia	Piattaforma di gestione in cloud integrata alla logica blockchain in grado di collegare gli agricoltori e tutti gli altri attori della catena del valore agricolo	IoT, sensors, digital token, mobile platform, data collection, cloud, RFID.
	Startup	Italia	Sistema di certificazione basato sulla logica blockchain volto a garantire i prodotti presenti nei piatti che mangiamo al ristorante.	QR Code, mobile platform, actor ID, certifications.

Blockchain nell'agrifood è in forte crescita



Esempio di smart contract in agrifood (da (Kamilaris et al., 2019))

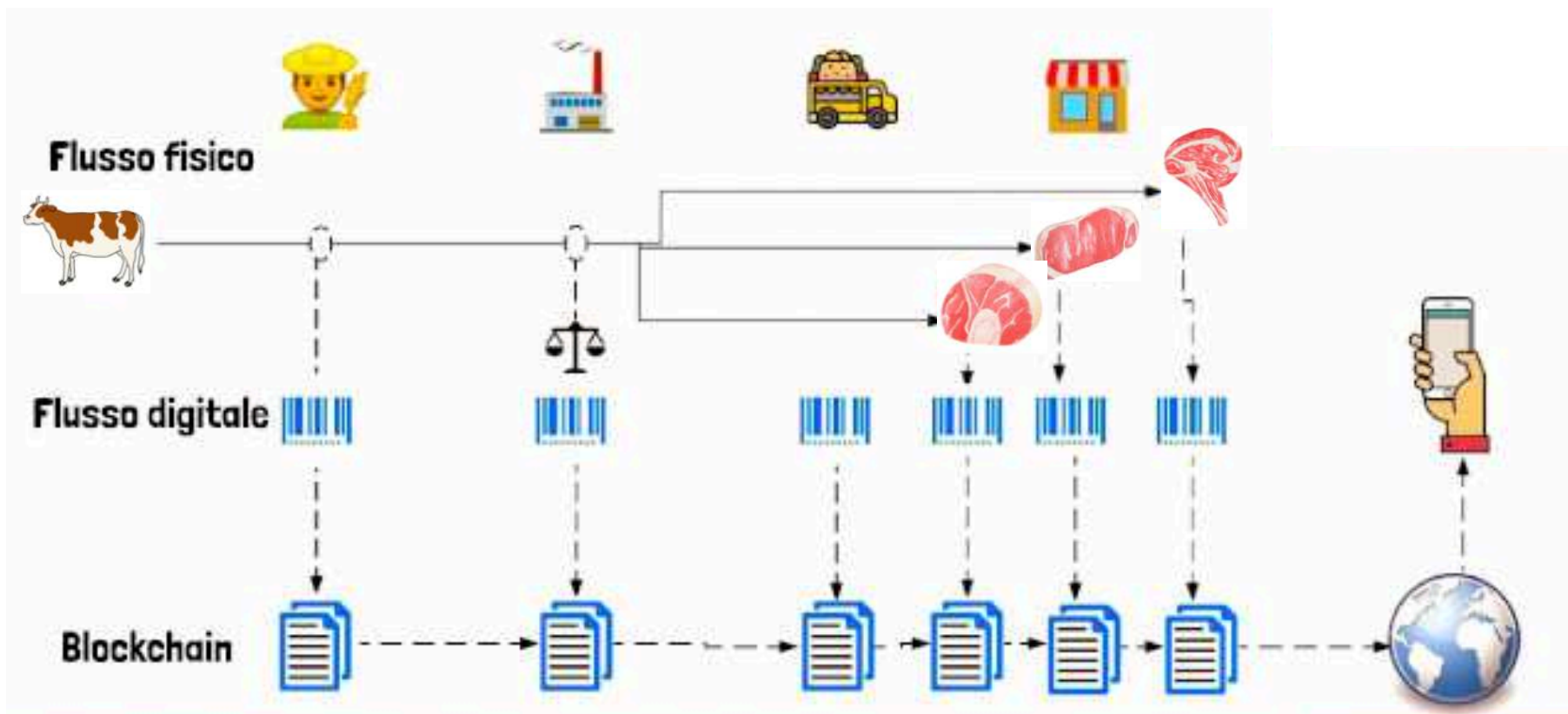
E per CarnePRI?

- La filiera della produzione della Carne di Pezzata Rossa Italiana può beneficiare notevolmente da un tracciamento basato sulla blockchain
- Trasparenza immediatamente percepibile
 - ai consumatori finali, che possono acquistare con maggiore consapevolezza
 - Ai trasformatori e grande distribuzione, che chiedono maggiori garanzie di autenticità e tracciabilità dei prodotti
 - agli stessi produttori e allevatori: poter garantire il proprio prodotto li rende più appetibili ai loro clienti
- Senza dipendere da un sistema di registrazione centralizzato



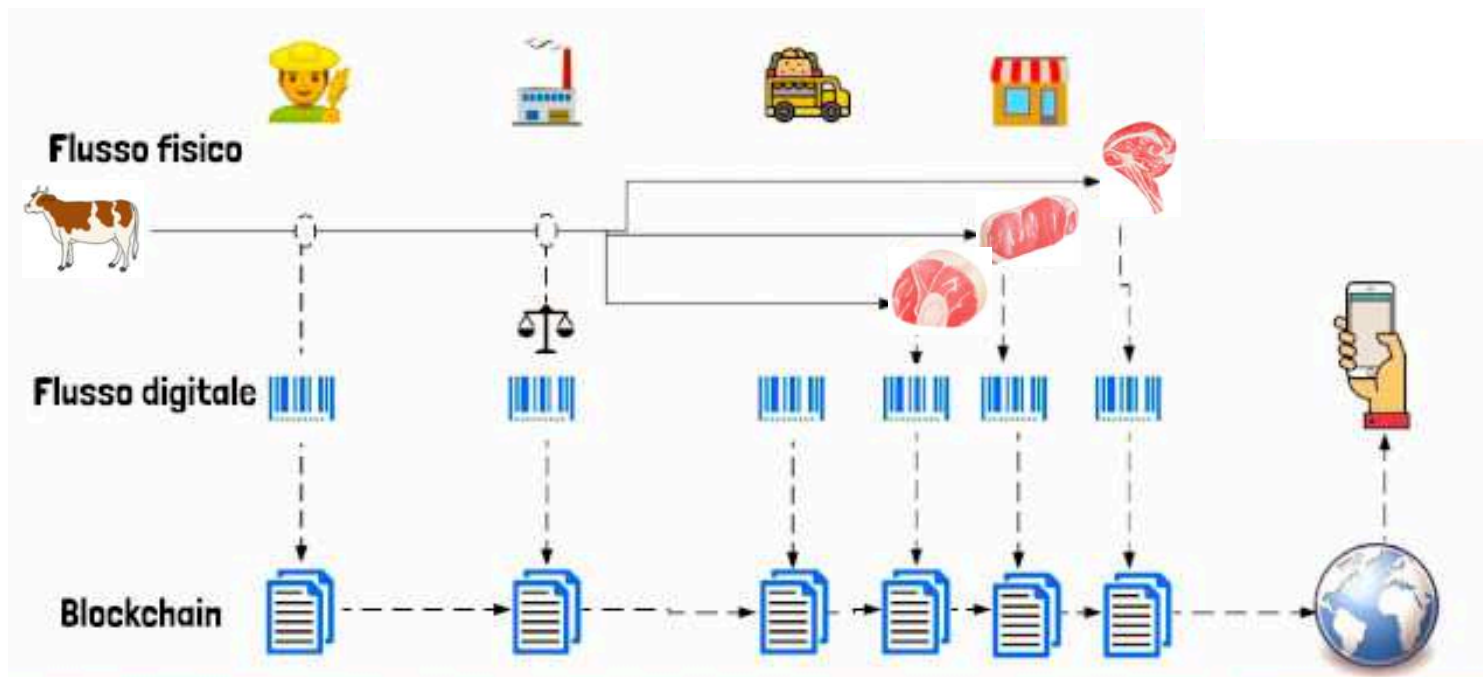
Fattibile?

Obiettivo: Studio di fattibilità di un sistema multi utente, basato sulla blockchain, per garantire la tracciabilità della filiera “from farm to fork”, integrandosi nella pratica consolidata degli operatori



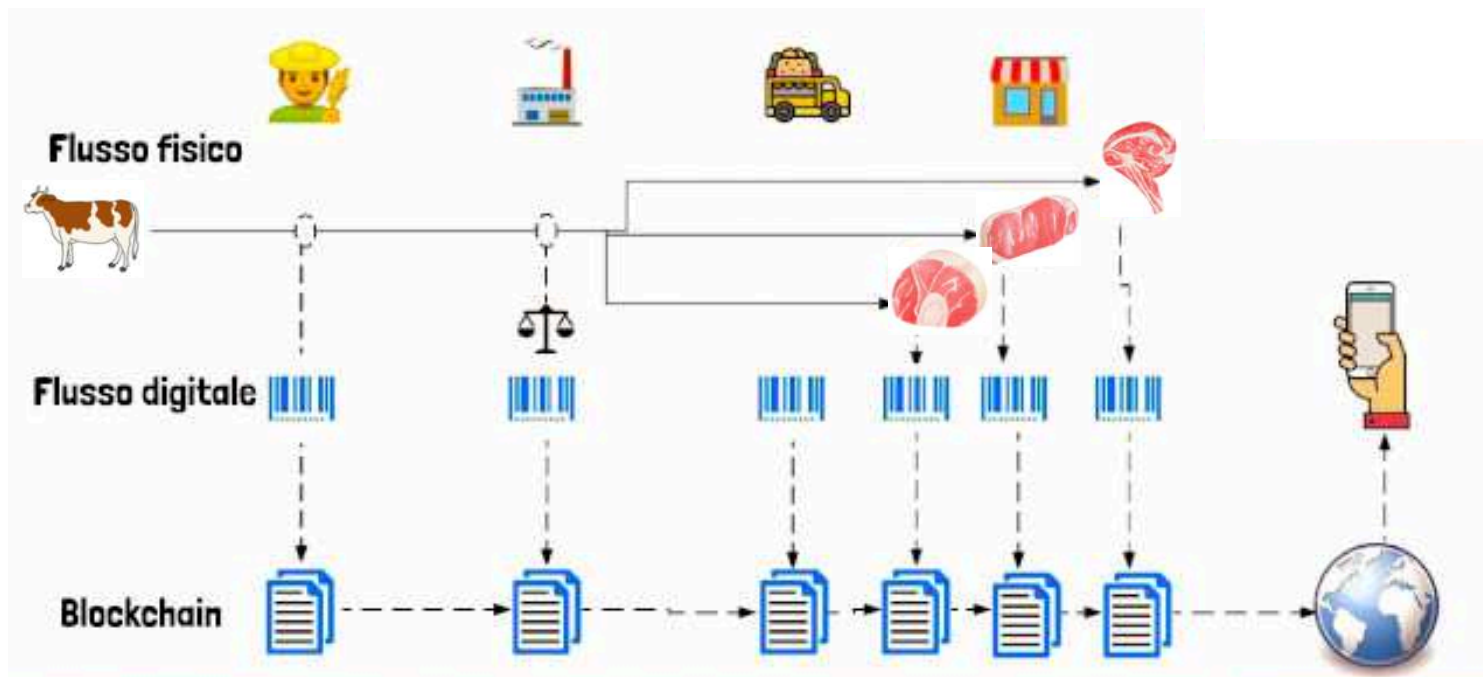
Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità



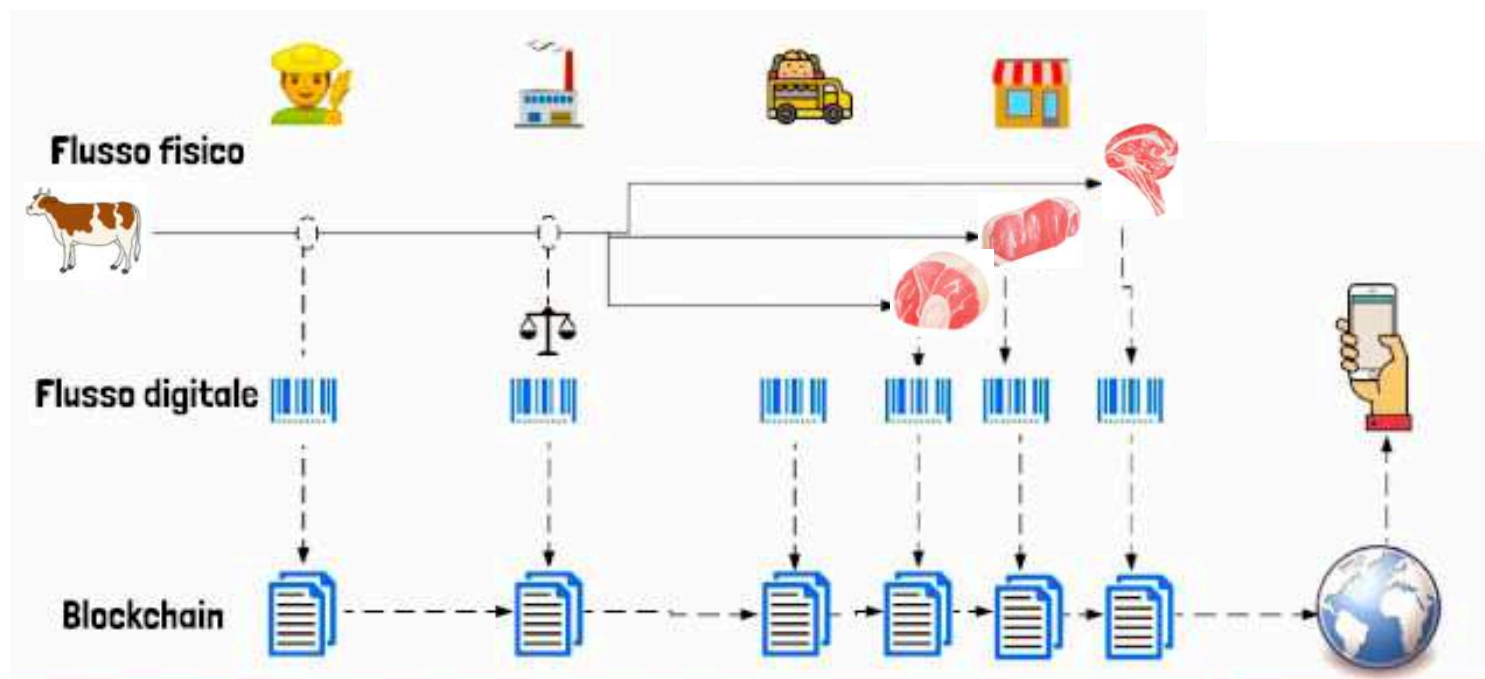
Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità
- Necessaria mappatura dettagliata di tutti gli attori e i passi della filiera (**flusso fisico**)



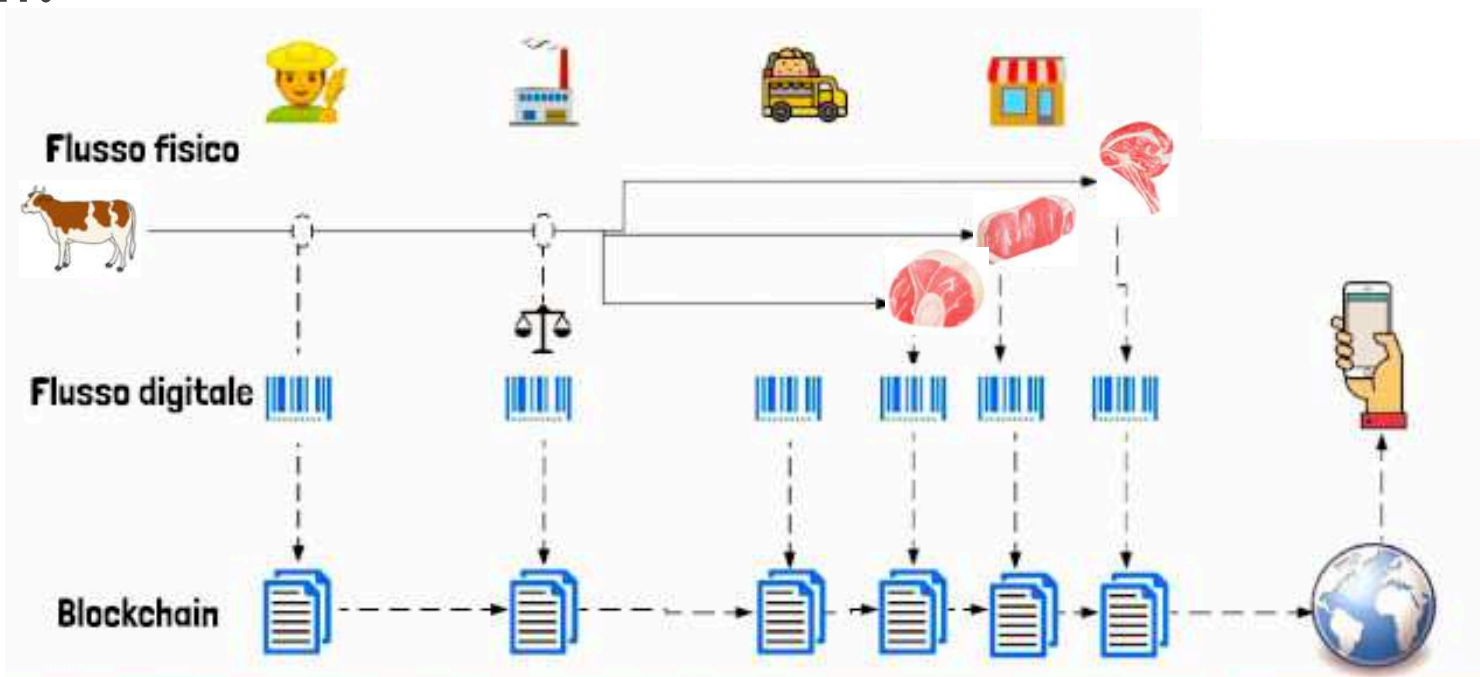
Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità
- Necessaria mappatura dettagliata di tutti gli attori e i passi della filiera (**flusso fisico**)
- Definizione delle informazioni da inserire in DLT (**flusso digitale**)



Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità
- Necessaria mappatura dettagliata di tutti gli attori e i passi della filiera (**flusso fisico**)
- Definizione delle informazioni da inserire in DLT (**flusso digitale**)
- Input di queste definizioni:



Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità
- Necessaria mappatura dettagliata di tutti gli attori e i passi della filiera (**flusso fisico**)
- Definizione delle informazioni da inserire in DLT (**flusso digitale**)
- Input di queste definizioni:
 - Disciplinari di etichettatura



Metodo

- Ogni filiera ha le sue peculiarità e particolarità
- Necessaria mappatura dettagliata di tutti gli attori e i passi della filiera (**flusso fisico**)
- Definizione delle informazioni da inserire in DLT (**flusso digitale**)
- Input di queste definizioni:
 - Disciplinari di etichettatura
 - Operatori e Esperti di Dominio

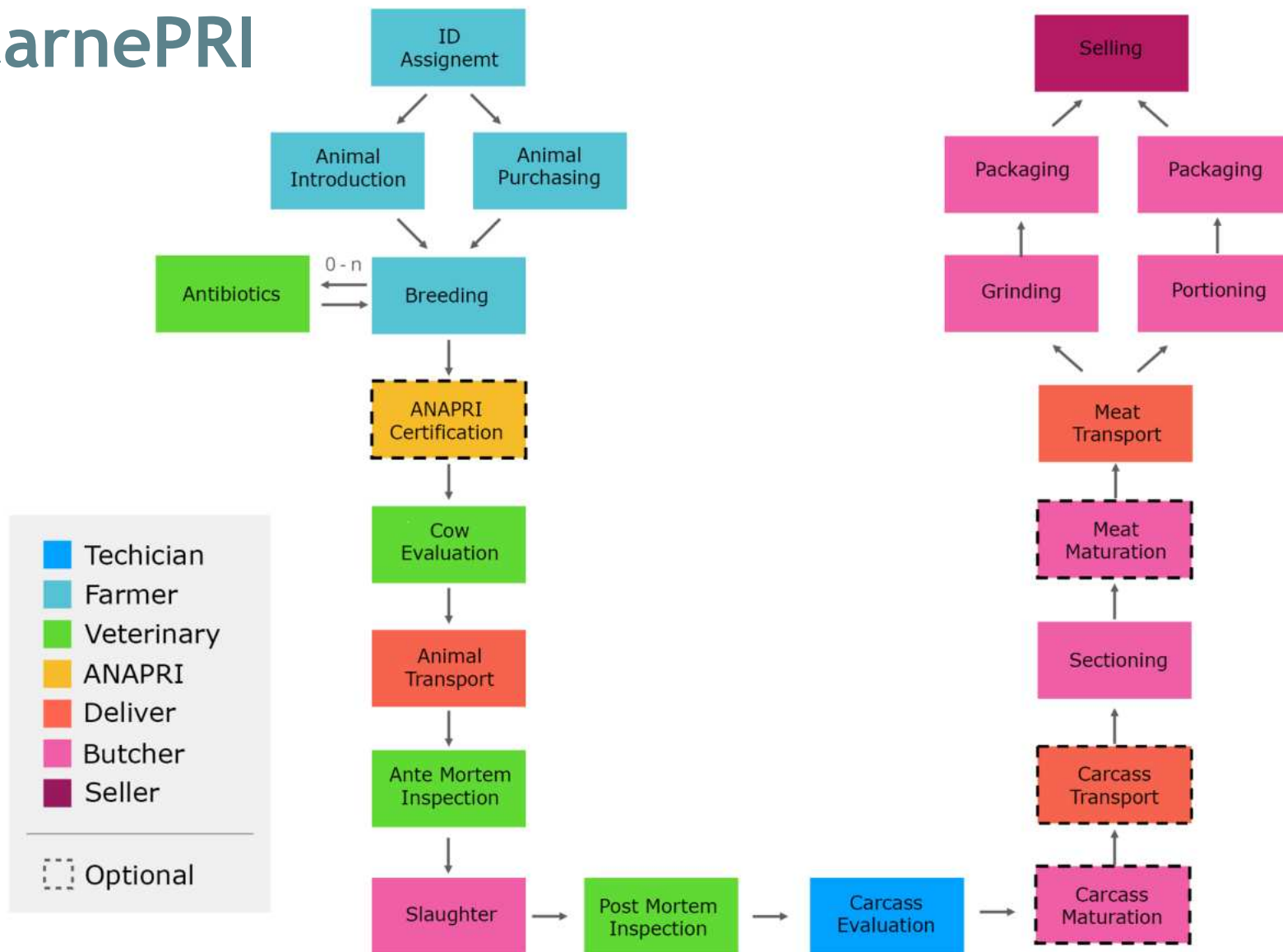


Flusso della filiera CarnePRI

Per ogni fase sono stati identificati

- Responsabile
- Informazioni in input
- Informazioni in output su blockchain
- Effetti sul prodotto

Ogni passo deve essere riportato nella blockchain

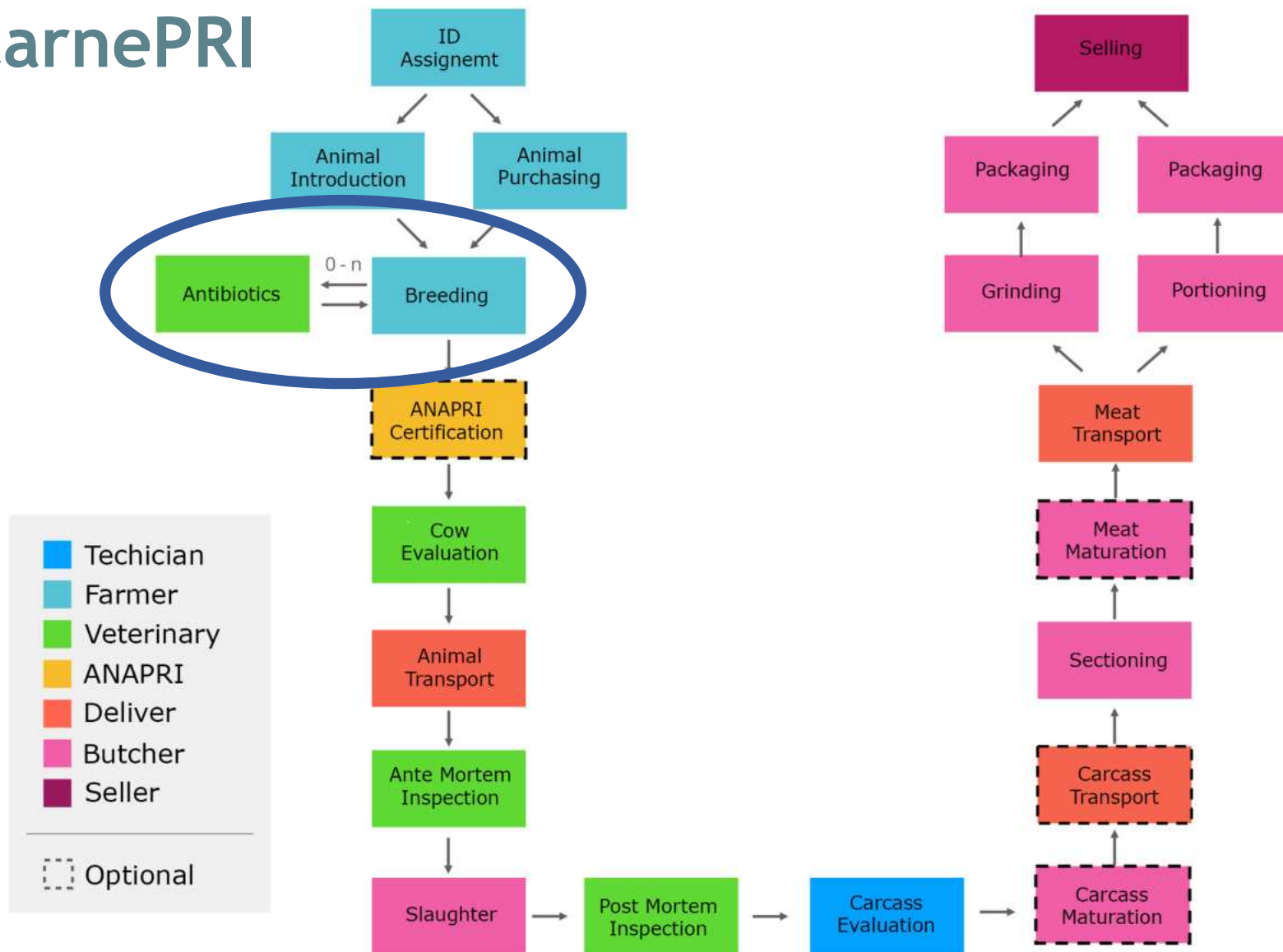


Flusso della filiera CarnePRI

Per ogni fase sono stati identificati

- Responsabile
- Informazioni in input
- Informazioni in output su blockchain
- Effetti sul prodotto

Ogni passo deve essere riportato nella blockchain





Il framework *-Chain

- Una volta definito il flusso della filiera, come tradurre ogni passo in uno smart contract da caricare nella blockchain?
- Soluzione adottata: *-Chain [Bistarelli et al., 2023]
 - Linguaggio Grafico Specifico per il Dominio
 - Crea una rappresentazione grafica della catena di fornitura
 - Genera automaticamente smart contracts
 - Genera automaticamente interfacce web per la gestione

*-chain: Componenti del linguaggio



- **Asset:** qualsiasi oggetto o elemento della filiera



Package

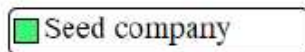
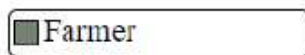
- **Contenitori:** oggetti che contengono un qualche asset



- **Operazioni:** relazioni che legano due oggetti sotto esame



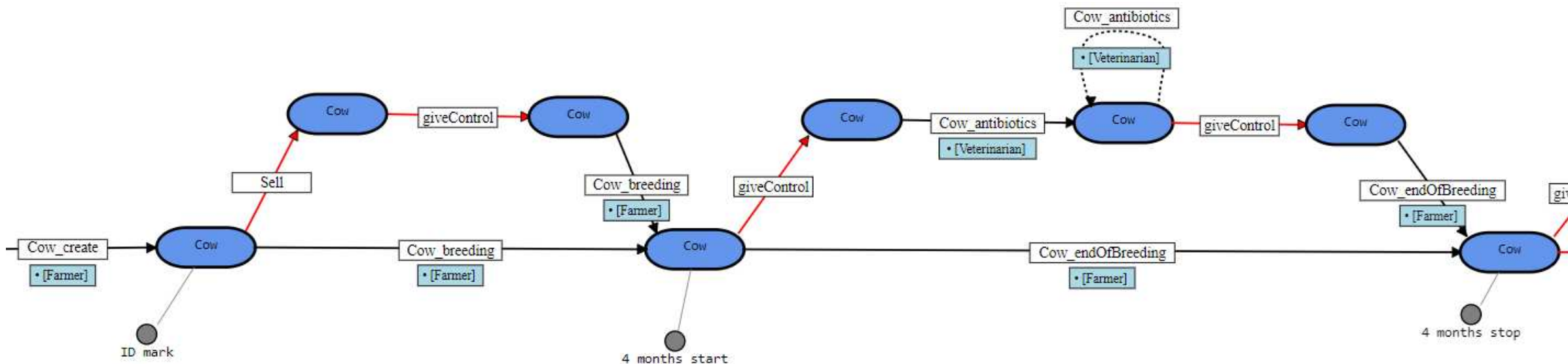
- **Proprietà:** tratti che definiscono l'asset



- **Ruoli:** soggetti definiti che possono eseguire una specifica azione

Esempio di rappresentazione in *-chain

- Sequenza che corrisponde a ID Assignment, Animal Introduction, Animal Purchasing, Antibiotic Administration e Breeding



Generazione automatica di smart contracts

- Il framework traduce il modello in smart contract per ogni oggetto
- Ogni smart contract include struttura dati, operazioni e funzioni per creazione, cancellazione e visualizzazione

```
1 // SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
2 pragma solidity >= 0.8.0;
3 import "@openzeppelin/contracts/access/AccessControl.sol";
4 import "@openzeppelin/contracts/token/ERC20/ERC20.sol";
5
6 contract contract_Cow is ERC20, AccessControl {
7     bytes32 public constant Farmer = keccak256("Farmer");
8     bytes32 public constant Veterinarian = keccak256("Veterinarian");
9     bytes32 public constant ANAPRI = keccak256("ANAPRI");
10    bytes32 public constant Deliver = keccak256("Deliver");
11    bytes32 public constant Butcher = keccak256("Butcher");
12
13    enum asset_states {Initialized, Sell_ed, Cow_breeding_ed, giveControl_ed, Cow_antibiotics_ed, Cow_endOfBreeding_ed,
14        Cow_ANAPRICertify_ed, Cow_Evaluation_ed, Cow_evaluation_ed, Cow_load_ed, Cow_unload_ed, Destroyed}
15
16    struct asset_Cow_history { //properties
17        string position;
18        string ID_mark;
19        string _4_months_start;
20        string _4_months_stop;
21        string transport_suitability;
22        asset_states state_of_Cow; //actual state
23    }
24
25    struct asset_Cow_struct{
26        asset_Cow_history[] Cow;
27        uint32 ID;
28    }
29    asset_Cow_struct[] public store_Cow_s; // MAIN STORAGE
30
31    function Sell(uint _ID, string memory position) public {
32        uint len = (store_Cow_s[_ID].Cow.length)-1;
33        require(store_Cow_s[_ID].Cow[len].state_of_Cow == asset_states.Initialized);
34        // update the state array
35        asset_Cow_history memory temp = store_Cow_s[_ID].Cow[len];
36        temp.state_of_Cow = asset_states.Sell_ed;
37
38        // other code here ...
39        store_Cow_s[_ID].Cow.push(temp);
40    }
41
42    function Cow_breeding(uint _ID, string memory position) public {
```


Interfacce utente

Interfaccia del Partecipante

- La sezione superiore consente di accedere al servizio
- La seconda sezione permette di inserire il nome del prodotto e mostra un pannello con le attività gestibili dal partecipante
- La sezione principale presenta il diagramma della supply chain
- Sotto il diagramma si trova un elenco delle operazioni possibili

0x2C25c493B6d2Fc3B56f7e ***** Login

0x2C25c493B6d2Fc3B56f7e9D1095934aA91838c42 [Farmer]

Product name Create product

COWE57
COWE58
COWE59
COWE60

Cow

Function Sell()
Function Cow_breeding()
Function giveControl()
Function Cow_breeding()
Function Cow_antibiotics()

«Ma quanto costa “digitalizzare una vacca”?»

- Difficile rispondere: dipende da troppe variabili!
- Abbiamo valutato il costo (il *gas*) di ogni smart contract usato per digitalizzare la filiera CarnePRI (tabella a lato)
- È una stima grossolana
 - se una operazione viene ripetuta il suo costo deve essere moltiplicato
 - Il cambio del *gas* in € è variabile (dipende dal cambio di ETH)
- Il costo può essere ridotto limitando le interazioni con la blockchain, spostando tutta o parte dell'informazione su database tradizionali

Asset	Deployment Cost	USD
Cow	6026082	11.29
Carcass	4959541	9.29
Meat	3710175	6.95
Mincemeat	2609557	4.89
Steak	2609407	4.89
Truck	2618557	4.90
Package	2609544	4.89
erc20	1246301	2.33
Total	26389314	49.43

(Cambio a giugno 2023)



Conclusioni: la tracciatura della filiera CarnePRI



Conclusioni: la tracciatura della filiera CarnePRI

- Questo studio conferma la fattibilità di un sistema basato su blockchain per la tracciatura della filiera CarnePRI



Conclusioni: la tracciatura della filiera CarnePRI

- Questo studio conferma la fattibilità di un sistema basato su blockchain per la tracciatura della filiera CarnePRI
- Utilizzabile come base per l'effettiva implementazione di
 - App per operatori sul campo
 - App per back office
 - App per cliente finale



Conclusioni: la tracciatura della filiera CarnePRI

- Questo studio conferma la fattibilità di un sistema basato su blockchain per la tracciatura della filiera CarnePRI
- Utilizzabile come base per l'effettiva implementazione di
 - App per operatori sul campo
 - App per back office
 - App per cliente finale
- Sviluppi futuri:
 - Implementare le app
 - Testare “sul campo” il sistema
 - Applicare il metodo ad altre filiere agroalimentari



Grazie per l'attenzione

Prof. Marino Miculan
DMIF, Università di Udine

