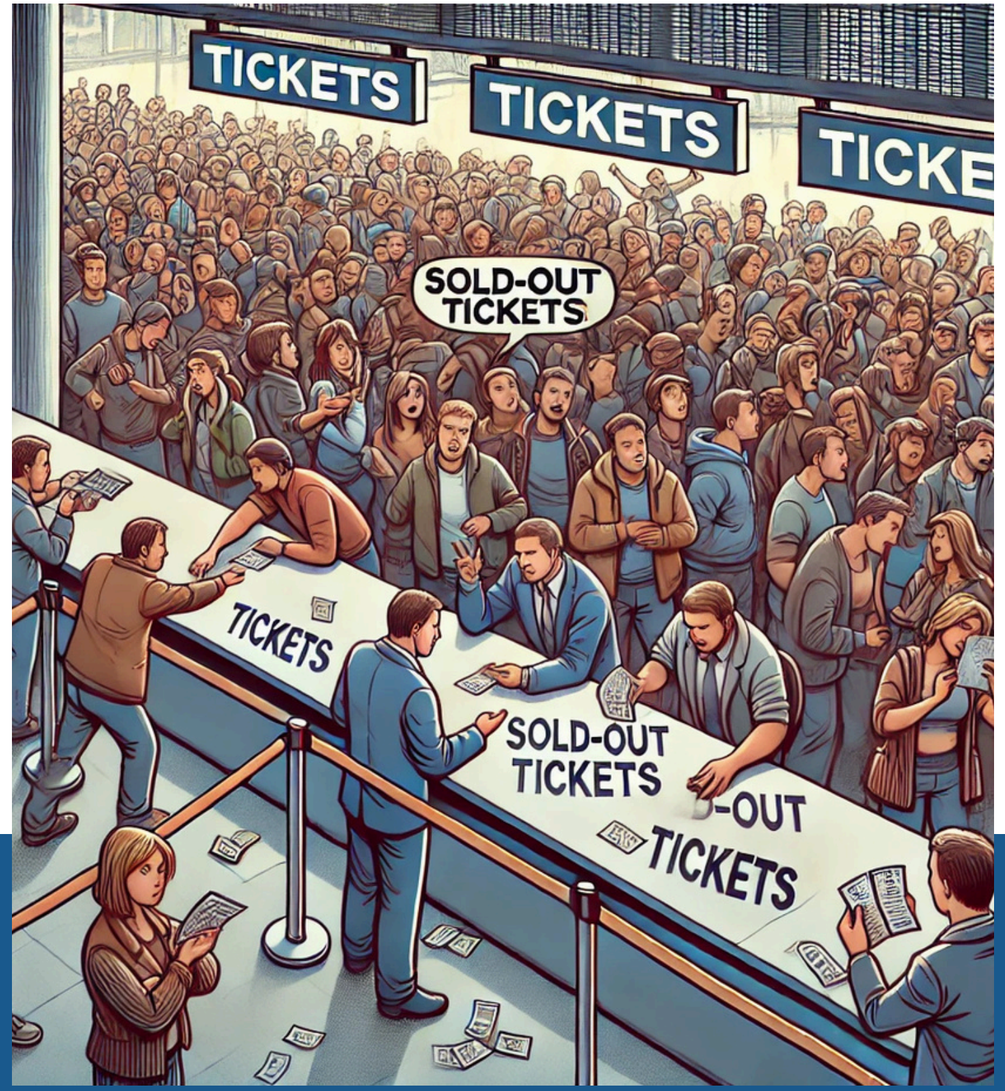
Tickechain

Un sistema decentralizzato per la gestione di eventi e biglietti NFT

Università degli Studi di Salerno

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003



Ticketing Tradizionale

Il ticketing tradizionale è soggetto a falsificazioni, scalping e prezzi gonfiati, con alte commissioni e poca trasparenza, penalizzando utenti e organizzatori.

❌ Biglietti non verificabili e rischio di truffe per gli acquirenti.
❌Piattaforme chiuse che limitano il controllo degli utenti sugli acquisti.

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Obiettivi

TickeChain rivoluziona il ticketing con un sistema **trasparente**, **sicuro** e **decentralizzato**, eliminando le criticità del mercato tradizionale. Grazie alla blockchain, migliora l'affidabilità degli eventi, riducendo il rischio di frodi e garantendo un'esperienza più efficiente.

Autenticità e Sicurezza

Ogni biglietto è un NFT unico su blockchain, risultando così impossibile da falsificare o duplicare.

Eliminazione Intermediari

Gli utenti possono acquistare biglietti senza piattaforme centralizzate, riducendo costi e commissioni.

Rimborsi Efficienti

Gli utenti possono richiedere rimborsi verificati in caso di eventi annullati, senza rischi di abuso.

Verifica Affidabile

I biglietti sono validati tramite QR code e blockchain, così da garantire autenticità e sicurezza agli ingressi.

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Architettura Generale del Sistema

Blockchain e Decentralizzazione

Tutte le operazioni sono registrate su **Ethereum**, eliminando intermediari e prevenendo manomissioni.

Smart Contract Sicuri

Gli smart contract in **Solidity** gestiscono eventi, biglietti e pagamenti, garantendo sicurezza e trasparenza su blockchain.

Integrazione con Wallet

Gli utenti si connettono al sistema tramite **MetaMask**, permettendo acquisti e verifiche direttamente dalla loro identità blockchain.

Frontend Interattivo

Il sistema utilizza **React + Vite** per offrire un'interfaccia veloce e intuitiva, con gestione delle transazioni tramite MetaMask.

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Blockchain e Decentralizzazione

La blockchain è una tecnologia che consente di registrare transazioni in modo **immutabile**, **trasparente** e **decentralizzato**, eliminando la necessità di intermediari. Ogni operazione viene verificata da una rete distribuita di nodi, rendendo i dati incorruttibili e accessibili a tutti. Questo sistema garantisce **sicurezza** e **fiducia**, riducendo il rischio di frodi e manipolazioni.

TickeChain applica questi principi al settore del ticketing, sfruttando la blockchain di Ethereum per registrare ogni biglietto come **NFT** unico. Questo assicura che i biglietti non possano essere falsificati, duplicati o modificati, mentre le transazioni rimangono pubbliche e verificabili da chiunque. Inoltre, grazie alla decentralizzazione, nessuna entità centrale può controllare o limitare l'accesso ai biglietti, offrendo agli utenti piena proprietà e libertà di scambio.

Panoramica degli Smart Contract

Gli smart contract sono programmi auto-eseguibili registrati sulla blockchain, progettati per garantire sicurezza, trasparenza e automazione nelle transazioni. Una volta implementati, funzionano senza bisogno di intermediari, eseguendo le operazioni solo se vengono soddisfatte condizioni prestabilite. Questo riduce il rischio di frodi, errori e manipolazioni, rendendo il sistema affidabile e verificabile da chiunque.

In **TickeChain**, gli smart contract gestiscono l'intero ecosistema del ticketing in modo sicuro e decentralizzato. Ogni componente chiave è regolato da un contratto specifico:

- ***EventFactory.sol*** per la creazione e gestione dei singoli eventi.
- ***EventRegistry.sol*** per l'archiviazione e la consultazione degli eventi registrati.
- ***PaymentManager.sol*** per la gestione dei pagamenti e rimborsi in maniera protetta.
- ***TicketManager.sol*** per la creazione, validazione e rimborso dei biglietti NFT.

Grazie a questi contratti, TickeChain garantisce un ecosistema trasparente, in cui ogni operazione è verificabile on-chain, eliminando la necessità di fidarsi di piattaforme centralizzate.

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

EventFactory.sol

Gestisce la creazione, modifica e gestione degli eventi, regolando il loro stato tramite una State Machine e applicando meccanismi di sicurezza come Emergency Stop.

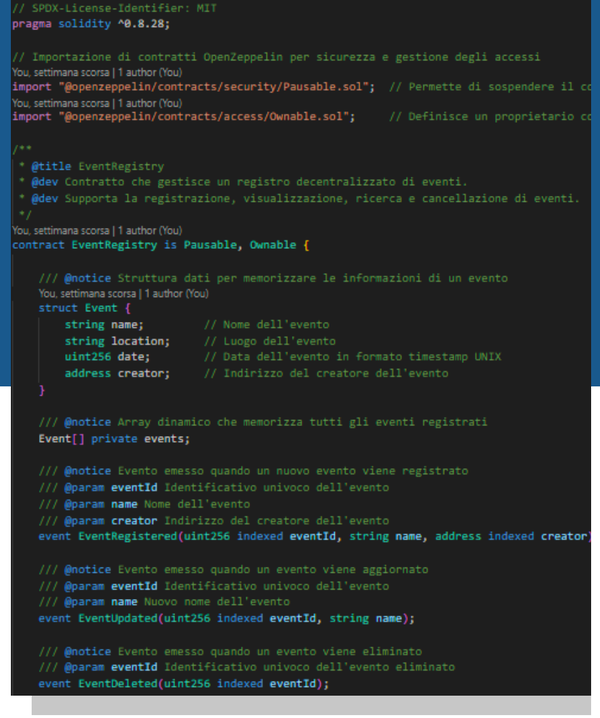
- createEvent(string _name, string _location, uint256 _date, uint256 _price, uint256 _totalTickets): Crea un nuovo evento registrandone i dettagli.
- updateEvent(uint256 _eventId, string _name, string _location, uint256 _date, uint256 _price): Permette all'organizzatore di modificare un evento prima che sia attivo.
- changeEventState(uint256 _eventId, uint8 _newState): Modifica lo stato di un evento (CREATED → OPEN → CLOSED → CANCELLED).
- cancelEvent(uint256 _eventId): Annulla un evento e avvia il processo di rimborso.

```
 * @notice Crea un nuovo evento con i dettagli forniti.
 * @dev L'evento viene registrato sulla blockchain e inizialmente impostato nello stato `CREATED`.
 * @dev La funzione è protetta dal modifier `whenNotPaused`, quindi non può essere eseguita se il contratto è in pausa.
 * @param _name Nome dell'evento.
 * @param _location Luogo dell'evento.
 * @param _description Descrizione dell'evento.
 * @param _date Data dell'evento in formato timestamp UNIX (deve essere futura).
 * @param _price Prezzo del biglietto in token ERC-20.
 * @param _ticketsAvailable Numero totale di biglietti disponibili per l'evento.
 */
function createEvent(
    string memory _name,
    string memory _location,
    string memory _description,
    uint256 _date,
    uint256 _price,
    uint256 _ticketsAvailable
) external whenNotPaused {
    // Controllo che la data dell'evento sia nel futuro
    require(_date > block.timestamp, "La data dell'evento deve essere nel futuro");

    // Verifica che ci siano biglietti disponibili
    require(_ticketsAvailable > 0, "Il numero di biglietti deve essere maggiore di zero");

    // Assegna un nuovo ID univoco all'evento
    uint256 eventId = eventIdCounter;

    // Memorizza i dettagli dell'evento nella mappatura
    events[eventId] = Event({
        name: _name,
        location: _location,
        description: _description,
        date: _date,
        price: _price,
        ticketsAvailable: _ticketsAvailable,
        creator: msg.sender, // L'utente che chiama la funzione diventa il creatore dell'evento
        state: EventState.CREATED // Stato iniziale dell'evento
    });

    // Incrementa il contatore per il prossimo evento
    eventIdCounter++;

    // Emette un evento sulla blockchain per segnalare la creazione dell'evento
    emit EventCreated(eventId, _name, msg.sender);
}

/**
 * @notice Modifica i dettagli di un evento già creato.
 * @dev Solo il creatore dell'evento può modificare i dettagli.
 * @dev L'evento deve essere ancora nello stato `CREATED` per poter essere modificato.
 * @dev La funzione è protetta dal modifier `whenNotPaused`, quindi non può essere eseguita se il contratto è in pausa.
 * @param _eventId Identificativo univoco dell'evento da modificare.
 * @param _name Nuovo nome dell'evento.
 * @param _location Nuova posizione dell'evento.
 * @param _date Nuova data dell'evento (deve essere futura).
 * @param _price Nuovo prezzo dei biglietti.
 * @param _ticketsAvailable Nuova quantità di biglietti disponibili.
 */
function updateEvent(
    uint256 _eventId,
    string memory _name,
    string memory _location,
    uint256 _date,
    uint256 _price,
    uint256 _ticketsAvailable
) external onlyEventCreator(_eventId) whenNotPaused {
    // Recupera i dati dell'evento dalla mappatura
    Event storage eventToUpdate = events[_eventId];

    // Verifica che l'evento sia ancora nello stato CREATED (non ancora aperto per la vendita)
    require(eventToUpdate.state == EventState.CREATED, "L'evento deve essere nello stato CREATED");

    // Verifica che la nuova data sia nel futuro
    require(_date > block.timestamp, "La data dell'evento deve essere nel futuro");
```

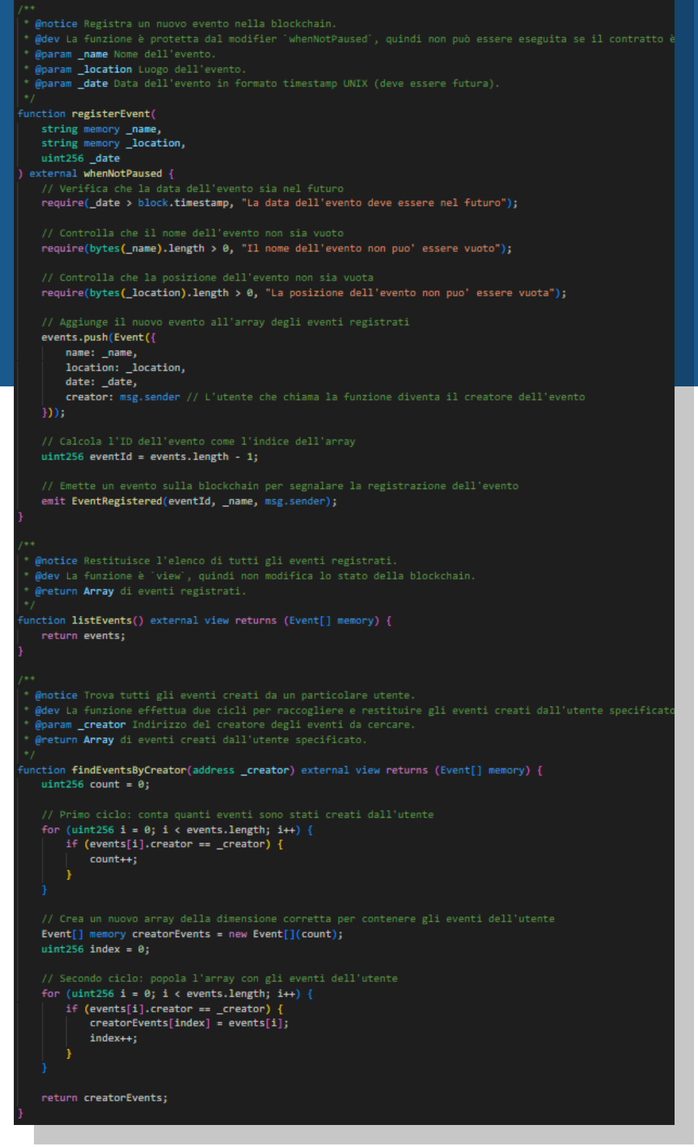

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

EventRegistry.sol

Registra e organizza gli eventi, permettendo di elencarli e filtrarli per creatore, garantendo un accesso strutturato e decentralizzato ai dati.



```solidity
// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity ^0.8.28;

// Importazione di contratti OpenZeppelin per sicurezza e gestione degli accessi
You, settimana scorsa | 1 author (You)
import "@openzeppelin/contracts/security/Pausable.sol";  // Permette di sospendere il co
You, settimana scorsa | 1 author (You)
import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";     // Definisce un proprietario co

/**
 * @title EventRegistry
 * @dev Contratto che gestisce un registro decentralizzato di eventi.
 * @dev Supporta la registrazione, visualizzazione, ricerca e cancellazione di eventi.
 */
You, settimana scorsa | 1 author (You)
contract EventRegistry is Pausable, Ownable {

    /// @notice Struttura dati per memorizzare le informazioni di un evento
    You, settimana scorsa | 1 author (You)
    struct Event {
        string name;        // Nome dell'evento
        string location;    // Luogo dell'evento
        uint256 date;       // Data dell'evento in formato timestamp UNIX
        address creator;    // Indirizzo del creatore dell'evento
    }

    /// @notice Array dinamico che memorizza tutti gli eventi registrati
    Event[] private events;

    /// @notice Evento emesso quando un nuovo evento viene registrato
    /// @param eventId Identificativo univoco dell'evento
    /// @param name Nome dell'evento
    /// @param creator Indirizzo del creatore dell'evento
    event EventRegistered(uint256 indexed eventId, string name, address indexed creator

    /// @notice Evento emesso quando un evento viene aggiornato
    /// @param eventId Identificativo univoco dell'evento
    /// @param name Nuovo nome dell'evento
    event EventUpdated(uint256 indexed eventId, string name);

    /// @notice Evento emesso quando un evento viene eliminato
    /// @param eventId Identificativo univoco dell'evento eliminato
    event EventDeleted(uint256 indexed eventId);
```



```solidity
/**
 * @notice Registra un nuovo evento nella blockchain.
 * @dev La funzione è protetta dal modifier `whenNotPaused`, quindi non può essere eseguita se il contratto è
 * @param _name Nome dell'evento.
 * @param _location Luogo dell'evento.
 * @param _date Data dell'evento in formato timestamp UNIX (deve essere futura).
 */
function registerEvent(
    string memory _name,
    string memory _location,
    uint256 _date
) external whenNotPaused {
    // Verifica che la data dell'evento sia nel futuro
    require(_date > block.timestamp, "La data dell'evento deve essere nel futuro");

    // Controlla che il nome dell'evento non sia vuoto
    require(bytes(_name).length > 0, "Il nome dell'evento non puo' essere vuoto");

    // Controlla che la posizione dell'evento non sia vuota
    require(bytes(_location).length > 0, "La posizione dell'evento non puo' essere vuota");

    // Aggiunge il nuovo evento all'array degli eventi registrati
    events.push(Event({
        name: _name,
        location: _location,
        date: _date,
        creator: msg.sender // L'utente che chiama la funzione diventa il creatore dell'evento
    }));

    // Calcola l'ID dell'evento come l'indice dell'array
    uint256 eventId = events.length - 1;

    // Emette un evento sulla blockchain per segnalare la registrazione dell'evento
    emit EventRegistered(eventId, _name, msg.sender);
}

/**
 * @notice Restituisce l'elenco di tutti gli eventi registrati.
 * @dev La funzione è `view`, quindi non modifica lo stato della blockchain.
 * @return Array di eventi registrati.
 */
function listEvents() external view returns (Event[] memory) {
    return events;
}

/**
 * @notice Trova tutti gli eventi creati da un particolare utente.
 * @dev La funzione effettua due cicli per raccogliere e restituire gli eventi creati dall'utente specificato
 * @param _creator Indirizzo del creatore degli eventi da cercare.
 * @return Array di eventi creati dall'utente specificato.
 */
function findEventsByCreator(address _creator) external view returns (Event[] memory) {
    uint256 count = 0;

    // Primo ciclo: conta quanti eventi sono stati creati dall'utente
    for (uint256 i = 0; i < events.length; i++) {
        if (events[i].creator == _creator) {
            count++;
        }
    }

    // Crea un nuovo array della dimensione corretta per contenere gli eventi dell'utente
    Event[] memory creatorEvents = new Event[](count);
    uint256 index = 0;

    // Secondo ciclo: popola l'array con gli eventi dell'utente
    for (uint256 i = 0; i < events.length; i++) {
        if (events[i].creator == _creator) {
            creatorEvents[index] = events[i];
            index++;
        }
    }

    return creatorEvents;
}
```

- registerEvent(string _name, string _location, uint256 _date): Aggiunge un nuovo evento al registro.
- listEvents(): Restituisce l'elenco di tutti gli eventi registrati.
- findEventsByCreator(address _creator): Filtra gli eventi creati da un utente specifico.

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

PaymentManager.sol

Amministra i pagamenti e rimborsi in ETH, assicurando che i fondi siano bloccati fino alla conclusione dell'evento e gestendo rimborsi manuali in caso di annullamento.

- depositFunds() → Permette agli utenti di depositare fondi per acquistare biglietti.
- processRefund(address _user, uint256 _amount) → Esegue un rimborso manuale a un utente in caso di evento annullato.
- releaseFundsToCreator(address _eventCreator, uint256 _amount) → Trasferisce i fondi accumulati all'organizzatore dopo la chiusura dell'evento.

```
/**
 * @title PaymentManager
 * @dev Contratto per la gestione dei pagamenti e dei rimborsi per gli eventi.
 * @dev Supporta depositi, prelievi, rimborsi e il rilascio di fondi ai creatori di eventi.
 */
You, settimana scorsa | 1 author (You)
contract PaymentManager is Pausable, Ownable {

    /// @notice Mappatura degli indirizzi degli utenti ai loro saldi in token ETH
    mapping(address => uint256) private balances;

    /// @notice Evento emesso quando un utente deposita fondi
    /// @param user Indirizzo dell'utente che deposita i fondi
    /// @param amount Importo depositato in wei
    event FundsDeposited(address indexed user, uint256 amount);

    /// @notice Evento emesso quando un utente preleva fondi
    /// @param user Indirizzo dell'utente che preleva i fondi
    /// @param amount Importo prelevato in wei
    event FundsWithdrawn(address indexed user, uint256 amount);

    /// @notice Evento emesso quando viene processato un rimborso a un utente
    /// @param user Indirizzo dell'utente rimborsato
    /// @param amount Importo rimborsato in wei
    event RefundProcessed(address indexed user, uint256 amount);

    /// @notice Evento emesso quando i fondi vengono rilasciati al creatore di un evento
    /// @param eventCreator Indirizzo del creatore dell'evento
    /// @param amount Importo trasferito in wei
    event FundsReleased(address indexed eventCreator, uint256 amount);

    /// @notice Evento di debug per registrare informazioni su rimborsi e bilanci
    /// @param message Messaggio di debug
    /// @param contractBalance Saldo del contratto in wei
    /// @param refundAmount Importo del rimborso in wei
    event DebugLog(string message, uint256 contractBalance, uint256 refundAmount);

    /// @notice Evento emesso quando viene attivato l'`Emergency Stop`
    /// @param message Messaggio di emergenza
    event EmergencyStopActivated(string message);

    /**
     * @notice Permette a un utente di depositare fondi nel contratto.
     * @dev La funzione è protetta dal modifier `whenNotPaused`, quindi non può essere eseguita se il contratto è in pausa.
     */
    function depositFunds() external payable whenNotPaused {
        // Aggiunge i fondi al saldo dell'utente
        balances[msg.sender] += msg.value;

        // Emette un evento per registrare il deposito
        emit FundsDeposited(msg.sender, msg.value);
    }
```

```
function processRefund(address _user, uint256 _amount) external onlyOwner whe
    uint256 contractBalance = address(this).balance;

    // Registra un log di debug per il rimborso
    emit DebugLog("Tentativo di rimborso", contractBalance, _amount);

    // Verifica che il contratto abbia abbastanza fondi per il rimborso
    require(contractBalance >= _amount, "Fondi insufficienti per il rimborso"

    // Esegue il trasferimento dei fondi all'utente
    (bool success, ) = payable(_user).call{value: _amount}("");

    // Se il trasferimento fallisce, attiva l'`Emergency Stop`
    if (!success) {
        _pause();
        emit EmergencyStopActivated("Emergency Stop attivato! Fondi insufficienti.");
    }

    // Emette un evento per segnalare il rimborso
    emit RefundProcessed(_user, _amount);
}

/**
 * @notice Rilascia i fondi accumulati al creatore di un evento.
 * @dev Può essere chiamata per pagare il creatore di un evento dopo la vendita dei biglietti.
 * @param _eventCreator Indirizzo del creatore dell'evento.
 * @param _amount Importo da trasferire in wei.
 */
function releaseFundsToCreator(address _eventCreator, uint256 _amount) external whenNotPaused {
    // Verifica che l'indirizzo del creatore dell'evento sia valido
    require(_eventCreator != address(0), "Indirizzo del creatore non valido");

    // Controlla che il contratto abbia abbastanza fondi per il pagamento
    require(address(this).balance >= _amount, "Fondi insufficienti");

    // Esegue il trasferimento al creatore dell'evento
    (bool success, ) = payable(_eventCreator).call{value: _amount}("");

    // Verifica che il trasferimento sia avvenuto con successo
    require(success, "Transfer fallito");
```


Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

```solidity
/**
 * @notice Crea un nuovo biglietto NFT associato a un evento.
 * @dev La funzione è protetta dal modifier `whenNotPaused`, quindi non può essere eseguita se il contratto è in pausa.
 * @param _to Indirizzo del destinatario del biglietto.
 * @param _uri URI che rappresenta i metadati del biglietto.
 * @param _eventId ID dell'evento a cui è associato il biglietto.
 */
function mintTicket(address _to, string memory _uri, uint256 _eventId) external whenNotPaused {
    // Verifica che l'indirizzo del destinatario sia valido
    require(_to != address(0), "Indirizzo destinatario non valido");

    // Verifica che l'URI non sia vuoto
    require(bytes(_uri).length > 0, "URI non valido");

    // Assegna un nuovo ID al biglietto
    uint256 ticketId = ticketCounter;
    ticketCounter++;

    // Controlla se il biglietto esiste già (caso improbabile, ma per sicurezza)
    if (_exists(ticketId)) {
        failedMintAttempts++;
        // Se ci sono troppi errori di minting, attiva l'Emergency Stop
        if (failedMintAttempts >= 5) {
            _pause();
            emit EmergencyStopActivated("Emergency Stop attivato! Troppi errori di minting.");
        }
        return;
    }

    // Minta il nuovo biglietto NFT e assegna l'URI
    _safeMint(_to, ticketId);
    _setTokenURI(ticketId, _uri);

    // Associa il biglietto all'evento
    ticketToEventId[ticketId] = _eventId;
    activeTickets[ticketId] = true;

    // Emette un evento per segnalare la creazione del biglietto
    emit TicketMinted(ticketId, _to, _uri, _eventId);
}

/**
 * @notice Rimborsa un biglietto e lo brucia.
 * @dev Solo il proprietario del biglietto può richiedere il rimborso.
 * @dev Il biglietto viene invalidato e rimosso dalla blockchain.
 * @param _ticketId ID del biglietto da rimborsare.
 */      You, settimana scorsa • Aggiunti commenti dettagliati su tutto il proge…
function refundTicket(uint256 _ticketId) external whenNotPaused {
    // Controlla che il chiamante sia il proprietario del biglietto
    require(ownerOf(_ticketId) == msg.sender, "Non sei il proprietario");

    // Controlla che il biglietto non sia già stato rimborsato
    require(!refundedTickets[_ticketId], "Biglietto gia' rimborsato");

    // Segna il biglietto come rimborsato e lo disattiva
    refundedTickets[_ticketId] = true;
    activeTickets[_ticketId] = false;

    // Brucia il biglietto, rimuovendolo dalla blockchain
    _burn(_ticketId);

    // Emette un evento per segnalare il rimborso
    emit TicketRefunded(_ticketId, msg.sender);
}
```

TicketManager.sol

Si occupa della creazione, validazione e rimborso dei biglietti, trasformandoli in NFT ERC-721 per garantire autenticità e tracciabilità.

- mintTicket(address _to, string _uri, uint256 _eventId): Crea un NFT ERC-721 come biglietto collegato a un evento.
- markTicketAsVerified(uint256 _ticketId): Valida il biglietto al momento dell'ingresso all'evento.
- isTicketVerified(uint256 _ticketId): Verifica se un biglietto è stato già validato.

1 Cosa sono gli NFT? **Token unici** su blockchain che certificano la **proprietà** di asset digitali, **non duplicabili** e **non intercambiabili**.
2 Perché vengono usati in TickeChain? Garantiscono **biglietti autentici e tracciabili**, eliminando il rischio di falsificazione e rendendo gli utenti proprietari effettivi.
3 Come funzionano in TicketManager.sol? Ogni biglietto è un **NFT ERC-721**, assegnato a un evento e un utente, validabile tramite QR code e rimborsabile tramite bruciatura (_burn()).

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Design Pattern Implementati

State Machine

Permette di definire stati ben precisi e regolare le transizioni tra essi, evitando stati incoerenti.

Pull Payment Pattern

Evita attacchi di reentrancy nei rimborsi separando il prelievo dal pagamento.

Checks-Effects-Interactions

Protegge il contratto da attacchi di reentrancy, aggiornando prima lo stato e poi eseguendo interazioni esterne.

Guard Check

Controlla rigorosamente i parametri prima di eseguire operazioni per prevenire errori e vulnerabilità.

Registry Pattern

Organizza e centralizza i dati degli eventi, evitando duplicazioni e rendendo le operazioni più efficienti.

Circuit Breaker (Emergency Stop)

Protegge il sistema da malfunzionamenti critici, bloccando temporaneamente operazioni rischiose.

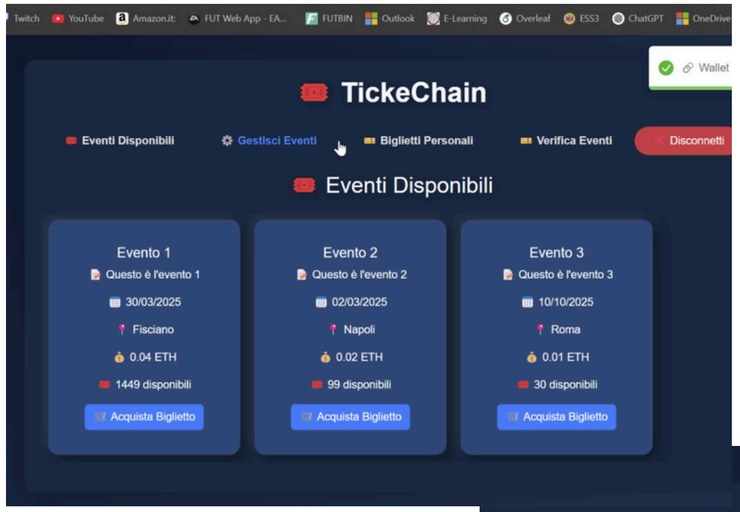
Secure Ether Transfer

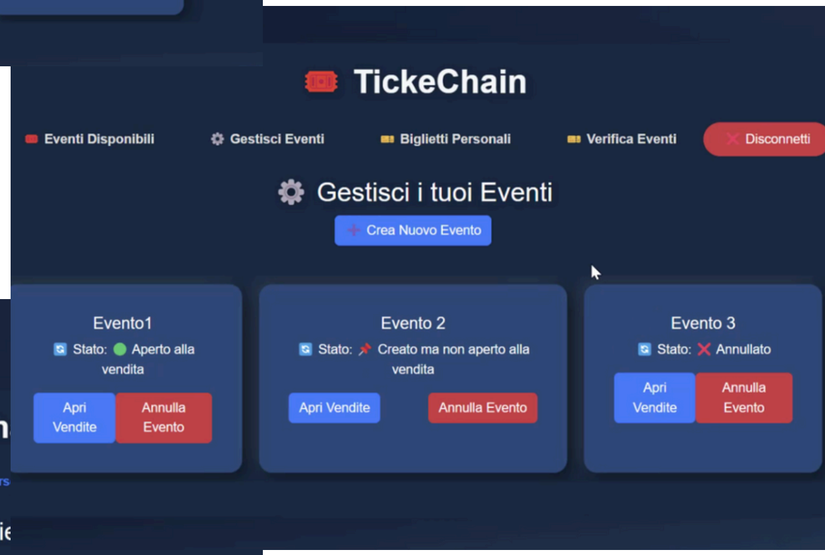
Garantisce che i trasferimenti di ETH siano eseguiti in modo sicuro e senza vulnerabilità.

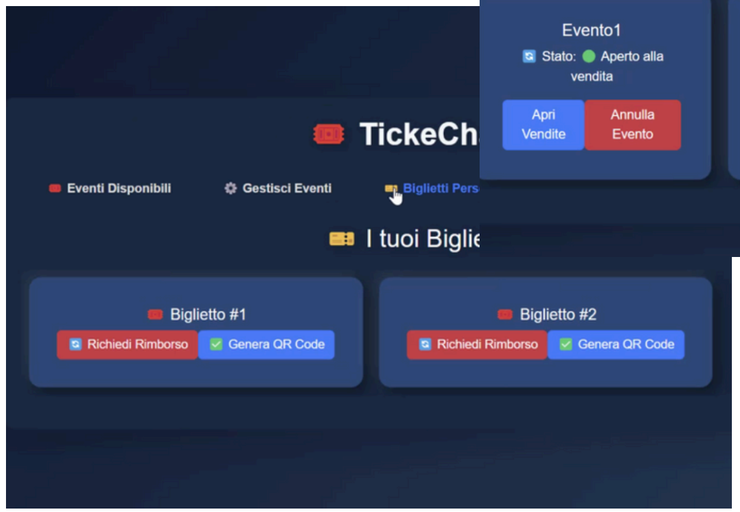
Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Front-End

Il frontend di TickeChain, sviluppato con **React + Vite**, offre un'interfaccia veloce e intuitiva per gestire eventi, biglietti e rimborsi. L'integrazione con **MetaMask** ed **Ethers.js** permette agli utenti di connettere il proprio wallet ed eseguire transazioni direttamente su blockchain, senza intermediari.
La dashboard interattiva mostra eventi attivi, biglietti posseduti e fondi disponibili, aggiornando i dati in tempo reale. Il design, basato su **Bootstrap**, garantisce un'esperienza responsiva e accessibile. Inoltre, il sistema supporta **QR code scanner**, consentendo la verifica sicura dei biglietti direttamente dall'app.



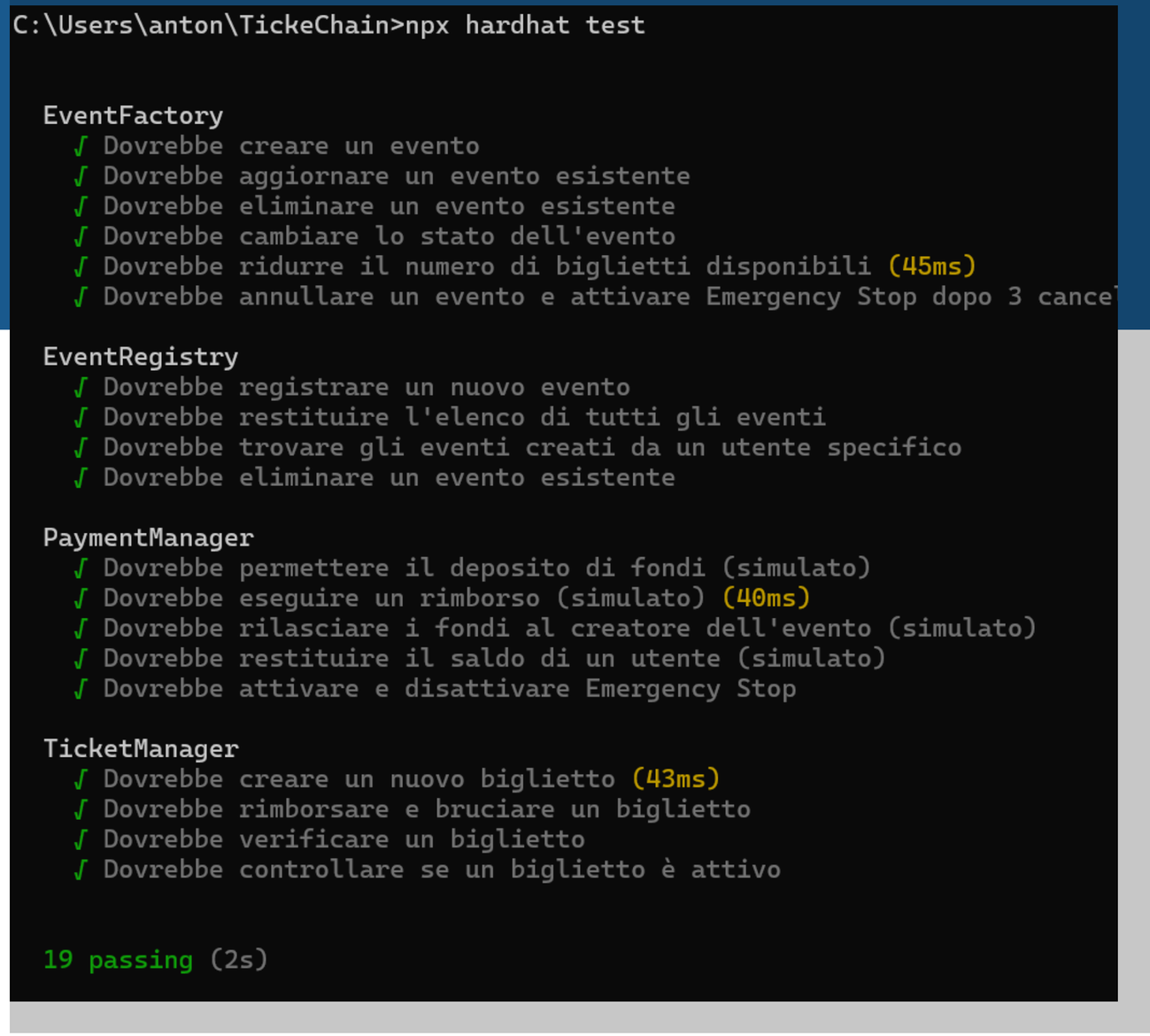




Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Testing e Debugging

TickeChain è stato testato con **Hardhat**, **Chai** e **Mocha**, garantendo la correttezza e la sicurezza degli smart contract. I test coprono creazione eventi, acquisto e rimborso biglietti, gestione fondi e protezione dagli attacchi.
Per il debugging, vengono utilizzati eventi Solidity per tracciare le operazioni e identificare eventuali anomalie. Le simulazioni su rete locale con **Hardhat** e **Ganache** permettono di replicare scenari reali e verificare il comportamento del sistema prima del deploy sulla blockchain.



Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003

Grazie per l’attenzione!

Antonio Di Giorgio
Mat. 0522502003