

Crowdfunding nel Web 3.0

Tecnologie blockchain a sostegno di progetti di decarbonizzazione

**Laurea Magistrale in Advanced Design | A.A. 2022/2023
Dipartimento di Architettura
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna**

**Relatore: Michele Zannoni
Correlatore: Alberto Calleo
Candidato: Alberto Giangaspero | 0000886917**

Indice

1.	Introduzione	7
1.1	Abstract	8
2.	Contesto	9
2.1	NFT e tecnologie Web 3.0	10
2.1.1	Cosa sono gli NFT	10
2.1.2	Fondamenti tecnici: blockchain e smart contract	11
2.1.3	Anatomia degli NFT	16
2.1.4	Principali casi d'uso degli NFT	20
2.1.5	Storia e mercato NFT	28
2.1.6	Fenomenologia NFT: valore percepito e driver di valore	32
2.1.7	Limiti e problematiche degli NFT	34
2.2	Finanza rigenerativa (ReFi)	37
2.2.1	Impatto ambientale delle tecnologie blockchain	37
2.2.2	Cos'è la finanza rigenerativa (ReFi)	41
2.3	Progetti di decarbonizzazione	43
2.3.1	Cosa si intende per decarbonizzazione	43
2.3.2	Donazioni individuali e modalità di finanziamento	46
2.3.3	Conclusione della ricerca: criticità e insight	50
3.	Progetto	53
3.1	Obiettivi di progetto	54
3.1.1	Obiettivi di progetto	54
3.1.2	Domanda di progetto	55
3.1.3	Definizione del concept: Seed	56
3.2	Concept	57
3.2.1	Spiegazione del concept	57
3.2.2	Elementi chiave	59
3.2.3	Mappatura degli stakeholder e delle loro relazioni	66

3.3	Progettazione sito web	69
3.3.1	User flow	69
3.3.2	Architettura dell'informazione	72
3.3.3	Wireframe	74
3.3.4	Visual identity	80
3.3.5	Artwork NFT	82
3.3.6	Interfaccia utente (UI)	84
3.4	Conclusioni	90
3.4.1	Impatti	90
3.4.2	Sfide e sviluppi futuri	91
3.4.3	Ultime considerazioni	93
4.	Bibliografia	95
4.1	Bibliografia e sitografia	96

1. Introduzione

1.1 - Abstract

Il più delle volte, quando si parla di NFT la prima cosa che viene in mente è l'arte digitale, tant'è che da molti sono percepiti come due concetti sovrapponibili. Sebbene esista una certa correlazione tra i due, si tratta perlopiù di un'approssimazione generalista, in quanto gli NFT sono uno strumento tecnologico, non un semplice caso d'uso. Il successo che li ha portati all'attenzione generale li ha visti, purtroppo, ridotti a un mero strumento speculativo, lasciando poco spazio alla sperimentazione.

Da qui nasce, dunque, la volontà di esplorare tale tecnologia per comprenderne le potenzialità e i limiti nell'ottica di identificare nuovi ambiti di applicazione che possano beneficiare delle loro proprietà.

Durante l'analisi di contesto, la ricerca si è allargata al più vasto ecosistema Web3, che comprende l'infrastruttura tecnologica su cui si basano gli NFT: la blockchain e gli smart contract.

Un'attenta analisi ha portato all'individuazione di una serie di limiti e problematiche; in particolare, gli elevati consumi energetici associati alle tecnologie blockchain hanno sollevato una serie di interrogativi sulla loro sostenibilità ecologica e utilità a lungo termine.

Un approfondimento maggiore ha poi rivelato come l'ecosistema NFT abbia subito un'evoluzione tecnologica volta a risolvere tali problematiche, ma ciononostante, la transizione di settore verso una piena sostenibilità si è rivelata complessa, in quanto richiede una visione a lungo termine, con azioni che vadano oltre il mero ambito tecnologico. A tal proposito, sono emerse numerose iniziative sulla falsa riga della finanza rigenerativa (ReFi) volte a mobilitare il settore verso pratiche sostenibili, promuovendo casi d'uso concreti delle tecnologie Web3 non solo per perseguire la neutralità carbonica a livello di industria, ma anche per fornire un contributo decisivo e scalabile nella lotta al cambiamento climatico.

Allineandosi a tali valori, l'elaborato si propone, dunque, di rispondere alla *call to action* lanciata, con lo scopo di dimostrare come le tecnologie Web3 possano offrire un approccio efficace e scalabile per affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico; esplorando l'intersezione tra sostenibilità e tecnologia, si intende, inoltre, evidenziare il potenziale delle piattaforme decentralizzate nel catalizzare azioni concrete per il clima, promuovendo al contempo inclusione finanziaria e trasparenza. In ultima analisi, la tesi si propone di dare visibilità al movimento ReFi nella speranza che possa ispirare ulteriori ricerche e iniziative volte all'avanzamento della causa.

2. Contesto

2.1 - NFT e tecnologie Web 3.0

2.1.1 - Cosa sono gli NFT

I *non-fungible token* (NFT, in italiano “token non fungibili”) sono strumenti che esistono ormai da diverso tempo – la loro prima iterazione risale ormai al “lontano” 2012 – ma è solo dal 2021, in seguito a una rapida crescita del mercato, che hanno iniziato a catturare l'attenzione generale.

Anche se il dibattito mediatico li ha visti prevalentemente associati alla cryptoarte, gli NFT sono uno strumento tecnologico, non un semplice caso d'uso.

Concretamente, si tratta di token crittografici unici, non sostituibili e indivisibili iscritti sulla *blockchain* e vengono utilizzati per certificare la proprietà e l'autenticità di beni digitali o fisici e dei diritti specifici ad essi correlati (Merriam-Webster).

Come indicato dal nome, la caratteristica fondamentale degli NFT risiede nella loro infungibilità; nel linguaggio giuridico, un bene si dice non fungibile quando è caratterizzato da individualità e pertanto non è sostituibile con nessun altro bene (Treccani). Ad esempio, un biglietto aereo – che indica uno specifico posto, su un determinato volo, a una determinata ora.

Questo li pone in diretta contrapposizione con le criptovalute che, in quanto bene fungibile, non sono caratterizzate da specifica individualità e sono dunque intercambiabili e divisibili: un bitcoin (BTC) è divisibile fino a un cento milionesimo del suo valore (prendendo il nome di “satoshi”) ed è completamente indistinguibile da un altro bitcoin.

Figura 1 - Confronto tra token fungibili e non fungibili (immagine tratta da Guidi & Michienzi, 2023).

Parameter	Non-Fungible Token	Fungible Token
<i>Interchangeability</i>	Non-Interchangeable	Interchangeable
<i>Uniformity</i>	Unique	Identical
<i>Divisibility</i>	Non-Divisible	Divisible
<i>Standard</i>	ERC-721	ERC-20

Gli NFT consentono una varietà di nuovi casi d'uso e scenari applicativi, come la rappresentazione di opere d'arte digitali, di asset di gioco virtuali o di licenze software. In particolare, rendono possibile la “tokenizzazione”¹ di asset digitali o fisici individuali, il che non è fattibile attraverso token fungibili (Guidi & Michienzi, 2023).

¹ Un *token* è una rappresentazione digitale di un'unità di valore, di un bene o di un diritto all'interno di una blockchain. Per “tokenizzazione” s'intende, dunque, il processo di trasformazione di un bene o di un diritto in un token digitale registrato su una blockchain, rendendolo facilmente trasferibile e tracciabile, e garantendo l'integrità delle informazioni ad esso associate (Jovacchini & Nardella, 2020).

Questo offre un nuovo modo per stabilire la *provenance*² di un bene, caratteristica particolarmente rilevante per i beni digitali, dal momento che prima dell'avvento degli NFT non esisteva un modo affidabile per verificarne l'origine e le proprietà (Creighton, 2023).

Detto questo, è importante non confondere l'NFT con l'asset a cui fa riferimento; quando si parla di NFT, infatti, non s'intende un'entità a sé stante, bensì un cluster di vari elementi che operano sinergicamente fra di loro per rappresentare un bene in un ambiente digitale.

Per comprendere al meglio il loro funzionamento, è dunque necessario fare un passo indietro e approfondire le tecnologie che ne stanno alla base.

2.1.2 - Fondamenti tecnici: blockchain e smart contract

La *blockchain* e gli *smart contract* sono i due elementi portanti dell'ecosistema NFT, in quanto sostengono l'infrastruttura tecnologica alla base del loro funzionamento.

Questo paragrafo ha l'obiettivo di analizzarne le caratteristiche per fornire una comprensione più approfondita del ruolo che ricoprono all'interno di tale contesto.

Blockchain

Originariamente proposta da Nakamoto³ nel 2008, la blockchain viene definita come un registro distribuito (*distributed ledger*) immutabile, che archivia *dataset*⁴ – denominati “blocchi” – collegati tra di loro in modo sicuro mediante protocolli crittografici (Garay et al., 2017).

All'atto pratico agisce come un database digitale condiviso, volto ad archiviare, trasferire e tracciare informazioni a livello globale, in modo decentralizzato e privo d'intermediari.

Il registro viene mantenuto da una rete distribuita composta da più nodi⁵; ogni nodo partecipante mantiene il registro memorizzandone una copia completa, che viene costantemente aggiornata tramite algoritmi di consenso volti a garantire l'integrità e la coerenza dei dati – in quanto le modifiche possono essere verificate e validate da qualsiasi nodo della rete. Ciò significa che ogni singola transazione eseguita sulla blockchain viene archiviata permanentemente.

Il blocco è la struttura dati utilizzata per archiviare le informazioni ed è composto da due elementi principali: l'intestazione – *header* – e il corpo – *body* (Guidi & Michienzi, 2023).

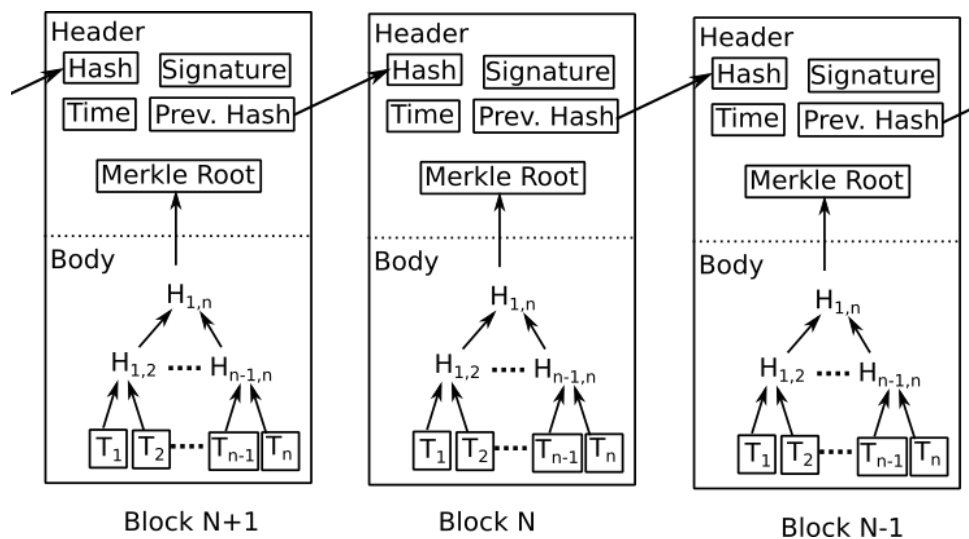
² La *provenance* (provenienza) fa riferimento all'origine, alla storia e alla tracciabilità di un dato, un'informazione o un bene fisico/digitale, seguendone la catena di custodia e registrazione delle modifiche che possano aver subito dalla loro creazione/acquisto fino al loro stato attuale (*PROV-DM: The PROV Data Model*, 2013).

³ Satoshi Nakamoto è lo pseudonimo utilizzato dalla persona – o dal gruppo di persone – che ha creato Bitcoin (la prima criptovaluta) e il relativo protocollo blockchain. Il nome è stato utilizzato per la prima volta nell'ottobre 2008 in un documento intitolato "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System".

⁴ Un *dataset* costituisce un insieme di dati strutturati in forma *relazionale*, un modello logico di rappresentazione dei dati di un database sotto forma di relazioni (Rob & Coronel, 2007).

⁵ Si tratta di un network *peer-to-peer* (P2P), che indica un modello di architettura logica di una rete informatica distribuita, in cui gli incarichi e i processi sono suddivisi tra partecipanti chiamati "peers" (Cope, 2002).

Figura 2 - Struttura della blockchain (immagine tratta da Guidi & Michienzi, 2023).



L'intestazione contiene i metadati volti a verificare la validità di un blocco. Tra questi troviamo l'hash del blocco, l'hash del blocco precedente e una marca temporale; l'hash consiste in una sequenza alfanumerica univocamente associata al blocco (come un'impronta digitale) che viene generata da una *funzione crittografica di hash* – funzione unidirezionale⁶ – sulla base dei dati contenuti al suo interno. Questo significa che qualsiasi modifica alle informazioni inscritte in un blocco, per quanto marginale, genererà un'hash completamente diversa.

Il fatto che ogni blocco contenga un riferimento all'hash del blocco precedente garantisce che la blockchain sia organizzata in modo sequenziale e cronologico. È per questo motivo che i dati contenuti in un blocco non possono essere retroattivamente alterati senza apportare modifiche a tutti i blocchi successivi. Questo processo, oltre ad essere estremamente oneroso da un punto di vista computazionale, richiederebbe il consenso della maggior parte dei nodi della rete, per via della natura del protocollo e dello schema di validazione utilizzati dalla blockchain (Iansiti & Lakhani, 2017). Queste proprietà rendono le transazioni sulla blockchain praticamente irreversibili.

Il corpo, invece, contiene la lista delle transazioni; ogni transazione è generalmente caratterizzata dall'indirizzo del mittente, l'indirizzo del destinatario, un valore e una commissione dedicata alla loro validazione.

In seguito alla sua creazione, la transazione viene trasmessa a tutti i nodi che partecipano alla rete, in modo che possano realizzare le operazioni necessarie per inserirla in un blocco. Per raggiungere un accordo sulla validità delle transazioni, i nodi devono eseguire un protocollo di consenso (Guidi & Michienzi, 2023).

Un protocollo di consenso è definito come un insieme di regole e procedure volte a determinare le modalità secondo cui i partecipanti a una rete distribuita raggiungono un accordo comune sullo stato del sistema e sulla validità delle transazioni.

⁶ In informatica, viene considerata unidirezionale una funzione che è "facile da calcolare" ma "difficile da invertire"; a partire da input di lunghezza variabile, restituiscono output di lunghezza costante (Frankenfield, 2023b).

È una componente fondamentale delle blockchain e delle reti peer-to-peer in generale, in quanto consente di garantire in maniera inconfutabile l'integrità e la coerenza dei dati condivisi tra i partecipanti, eliminando la possibilità di esecuzione di transazioni fraudolente. Dato che le transazioni devono essere approvate dal network nel suo insieme, anche se un individuo dovesse riuscire a prendere il controllo di un nodo per contraffare una transazione nel tentativo di sottrarre gli asset digitali di qualcun'altro, questa, non venendo riconosciuta dagli altri nodi nel sistema, verrebbe rifiutata. Ad esempio, secondo i dati più recenti⁷ – gennaio 2024 – Ethereum, la blockchain di riferimento nello spazio NFT, riporta oltre dodicimila nodi attivi; per falsare una transazione sarebbe, dunque, necessario sopraffare più della metà di quei nodi, il che risulterebbe virtualmente impossibile (Beyer, 2023).

Quest'aspetto della blockchain è ciò che la rende così sicura e decentralizzata: nessun singolo individuo o gruppo può alterare le informazioni presenti al suo interno. È per questo motivo che viene definita come un network “*trustless*” – invece di cercare di costruire o mantenere la fiducia nel sistema, la blockchain si propone di eliminarne la necessità (Forlin, 2022).

Negli ultimi anni, sono emersi diversi protocolli di consenso volti a migliorare l'affidabilità, l'efficienza e la sicurezza della blockchain; i più noti e comunemente utilizzati sono i modelli proof of work (PoW) e proof of stake (PoS) (Houben & Snyers, 2018).

Il protocollo PoW, originariamente adottato da Bitcoin, stabilisce che per validare la creazione di un blocco, un nodo debba risolvere un problema crittografico complesso; questo processo prende il nome di *mining* e consiste nel richiedere a un nodo di trovare un valore specifico – chiamato *nonce* – da aggiungere all'intestazione del blocco. Per farlo, il nodo applica la precedentemente citata funzione di hash⁸, con l'obiettivo di generare un hash con un valore che abbia un certo numero di bit iniziali pari a zero. Per trovare il nonce, viene utilizzato il *metodo forza bruta*, secondo cui i nodi provano tutte le combinazioni possibili fino a che non trovano quella corretta (Guidi & Michienzi, 2023). Il nodo che riesce a risolvere quest'operazione nel tempo più breve, si aggiudica il diritto di creazione del blocco e viene ricompensato con una commissione a transazione completata. Questa ricompensa agisce come incentivo al sostenimento della rete.

Data la complessità delle operazioni, i sistemi PoW richiedono grandi capacità di calcolo, il che genera un dispendio energetico significativo.

Alternativamente, il protocollo PoS, adottato recentemente da Ethereum⁹, gestisce la validazione dei blocchi attraverso un processo chiamato *staking*, secondo cui i nodi partecipanti mettono in gioco una quantità di capitale – detta *stake* – che funge da collaterale nel caso in cui il validatore approvi transazioni manipolate. Le sanzioni economiche previste per questo tipo di comportamento, rendono gli attacchi del 51%¹⁰ esponenzialmente più costosi rispetto al PoW, il che rende questo tipo di protocollo particolarmente sicuro (Ghorbanzadeh, 2023).

La selezione dei nodi validatori dipende dalle dimensioni dello stake in gioco, pertanto i detentori di quote di capitale maggiori avranno probabilità più alte di aggiudicarsi la commissione. Data l'entità della posta in palio, si tratta di profili meno inclini ad alterare le informazioni delle transazioni e per questo motivo sono ritenuti più affidabili (Mattila, 2016).

⁷ Consultabili su etherscan.io

⁸ Bitcoin, ad esempio, utilizza un algoritmo chiamato SHA-256 (Secure Hashing Algorithm 256) che trasforma i dati all'interno di un dato blocco in una stringa di testo lunga 64 caratteri (Veness, 2019).

⁹ Approfondimento nei paragrafi successivi.

¹⁰ Un attacco del 51% consiste in un attacco a una blockchain da parte di un gruppo di miner che detiene oltre il 50% dei nodi della rete, consentendogli di alterarne i contenuti.

Le principali criptovalute, come Bitcoin e Ethereum, sono particolarmente resistenti a questi tipi di attacco a causa dei costi proibitivi necessari per portarli a termine (Frankenfield, 2023a).

Questo approccio ha il vantaggio di ridurre notevolmente il consumo energetico in quanto non richiede operazioni crittografiche complesse come nel caso del PoW. Inoltre, incentiva i partecipanti a mantenere a lungo i propri asset sulla blockchain, promuovendo la stabilità e la sicurezza del sistema.

Oltre a garantire l'integrità della blockchain, i protocolli di consenso svolgono, infine, un ruolo importante nel determinare la velocità di transazione e i costi di commissione. Si tratta di caratteristiche di particolare rilievo per il contesto NFT in quanto ne influenzano fortemente le potenzialità applicative.

Questi aspetti verranno trattati più approfonditamente nel paragrafo 2.2.1.

Smart contract

Nelle sue prime fasi, la blockchain era principalmente focalizzata sulle transazioni finanziarie, ma verso la fine del 2013, il programmatore russo-canadese Vitalik Buterin, iniziò a sostenere che tale tecnologia potesse beneficiare di altri tipi di applicazione e che a tal proposito fosse necessaria un'infrastruttura più avanzata volta al loro sviluppo (Tapscott & Tapscott, 2016). Pertanto, propose la prima iterazione della precedentemente citata Ethereum, una nuova blockchain dotata di un linguaggio di programmazione *Turing equivalente*¹¹, che avrebbe introdotto il concetto di smart contract, la tecnologia alla base degli NFT e delle *applicazioni decentralizzate*¹² (DApp, Decentralized Applications).

Il termine *smart contract* (contratto intelligente) fu originariamente coniato da Nick Szabo negli anni '90 per descrivere "un insieme di promesse stabilite in forma digitale".

Attualmente il termine fa riferimento a software iscritti in una blockchain programmati per eseguirsi automaticamente al raggiungimento di un insieme di condizioni predefinite (Ray, 2022). All'atto pratico, consentono l'esecuzione di un accordo tra più parti senza la necessità di alcuna intermediazione.

L'esempio più comunemente utilizzato per illustrarne il funzionamento è quello dei distributori automatici, che rappresentano la prima manifestazione tecnologica dei principi alla base degli smart contract (Savelyev, 2016): al ricevimento di un pagamento, equivale l'erogazione di un prodotto; se si verifica X, allora succede Y.

Un esempio più rappresentativo delle possibilità applicative degli smart contract, potrebbe essere la stipulazione di una scommessa sul vincitore di un incontro di pugilato: in questo scenario, le parti coinvolte nella scommessa depositerebbero una somma prestabilita di criptovaluta all'interno di uno smart contract. Nelle clausole del "contratto" verrebbero definiti i termini, secondo cui, una volta concluso l'incontro, il vincitore della scommessa riceverebbe l'importo depositato. Determinato l'esito, lo smart contract eseguirà autonomamente la transazione senza la necessità di intermediari.

Come nell'esempio appena riportato, spesso gli smart contract devono essere innescati da un evento esterno: come fa lo smart contract a sapere chi ha vinto l'incontro?

In questi casi entrano in gioco gli oracoli blockchain (*oracles*), servizi di terzi che fungono da ponte tra gli smart contract e gli eventi del mondo esterno, fornendo dati affidabili autenticati

¹¹ Quando si parla di equivalenza di Turing, s'intende un modello di calcolo con le stesse capacità computazionali di una *macchina di Turing universale*. Di solito si utilizza in riferimento alle potenzialità dei linguaggi di programmazione; ormai la maggior parte di quelli utilizzati attualmente rientrano in questa categoria (Byrne, 2017).

¹² Le DApp sono software in grado di operare autonomamente (generalmente attraverso l'uso di smart contract) su una blockchain e sono progettate in modo tale da non essere controllate da una singola entità, cioè mancano di un amministratore riconoscibile (FinCEN, 2019).

tramite API¹³. Più precisamente, si tratta di *data feed*¹⁴ che immettono informazioni raccolte da fonti esterne alla blockchain (*off-chain*) sulla blockchain (*on-chain*), rendendole accessibili agli smart contract. In assenza degli oracoli, infatti, gli smart contract non avrebbero modo di accedere alle informazioni archiviate off-chain, il che ne limiterebbe fortemente le funzionalità (Karvez, 2023).

La costituzione di network decentralizzati di oracoli (DONs, *decentralized oracle networks*) ha consentito la proliferazione di smart contract ibridi, rafforzando l'interoperabilità tra la blockchain e i sistemi tradizionali. La risultante infrastruttura ha portato allo sviluppo di DApp volte alla creazione di nuovi modelli d'interazione.

Come accennato precedentemente, gli smart contract introdotti da Ethereum costituiscono un elemento fondamentale dell'ecosistema *Web 3.0*¹⁵, in quanto consentono la creazione e la gestione degli NFT. Il processo di creazione di un NFT prende il nome di *minting* e comporta l'associazione di un insieme specifico di dati (i cosiddetti metadati), con un asset digitale o fisico determinato.

Lo smart contract contiene, dunque, le regole e le logiche necessarie per determinare le caratteristiche degli NFT (volte a garantirne l'unicità e l'autenticità) e ha inoltre la funzione di assegnare e trasferire la proprietà dei token nel momento in cui vengono creati, scambiati o venduti – quando un NFT viene mintato, lo smart contract imposta automaticamente il creatore come proprietario (Real Vision, 2023).

Attraverso un singolo smart contract è possibile creare collezioni di NFT; questo significa che può essere utilizzato per gestire la proprietà di più token. Per differenziare i token appartenenti a una stessa collezione, durante il processo di minting lo smart contract assegna ad ognuno di essi un codice identificativo – un numero intero crescente – che prende il nome di *token ID*. Questo codice, in congiunzione con l'indirizzo dello smart contract (*contract address*), permette di identificare univocamente qualsiasi NFT registrato sulla blockchain di riferimento (Das et al., 2022).

Grazie alla sua flessibilità, Ethereum ha quindi innescato una rivoluzione nelle dinamiche di tokenizzazione, creando i presupposti per lo sviluppo di nuove applicazioni.

Per facilitare la creazione di nuovi token, sono dunque stati creati diversi standard di smart contract (noti come *token standard*), volti a promuovere l'interoperabilità con le varie applicazioni decentralizzate; in assenza di uno standard comune su come gli smart contract e, in definitiva, gli NFT dovrebbero essere codificati, i token mintati su blockchain diverse potrebbero non essere commercializzabili sugli stessi marketplace NFT¹⁶ (Binance Blog, 2022a).

Risulta, dunque, evidente che gli smart contract ricoprano un ruolo imprescindibile in questo ecosistema, in quanto i token non fungibili non potrebbero esistere in loro assenza. In pratica, si tratta di due elementi interdipendenti che operano simbioticamente; è per questo motivo

¹³ Un'API (*Application Programming Interface*) è un intermediario software attraverso il quale due applicazioni possono comunicare tra loro.

¹⁴ Un feed di dati è un meccanismo che permette a un *client* di ricevere, automaticamente o su richiesta, dati aggiornati da un server.

¹⁵ Usato per la prima volta nel 2014 dal cofondatore di Ethereum Gavin Wood, il termine Web 3.0 (detto anche Web3) indica una nuova iterazione del World Wide Web basata su un'infrastruttura decentralizzata open-source, sostenuta da tecnologie blockchain. Si ritiene che il Web3 abbia il potenziale di cambiare la natura di Internet, passando da network in mano alle multinazionali – tipici del Web2 – a network controllati dagli utenti (Ehrlich, 2023).

¹⁶ "I marketplace NFT sono piattaforme DApp dove vengono scambiati gli NFT (noti anche come asset).

Solitamente, un marketplace è caratterizzato da due componenti principali: un'interfaccia web e un insieme di smart contract che operano sulla blockchain. Gli utenti interagiscono con l'app web, la quale, a sua volta, invia transazioni agli smart contract per conto loro" (Das et al., 2022).

che quando si parla di NFT, generalmente non si fa riferimento solo al token vero e proprio, ma all'accoppiata NFT/smart contract, che viene interpretata come un'unica entità volta a definire i vari tipi di standard NFT – questa nozione viene ulteriormente supportata dal fatto che, come precedentemente citato, un NFT è univocamente identificato dalla combinazione (contract address, token ID).

2.1.3 - Anatomia degli NFT

Come è facilmente intuibile, il valore di un NFT dipende da ciò che rappresenta: un'opera d'arte, un biglietto per un evento, una licenza software, ecc. Definita l'infrastruttura tecnologica alla loro base, rimangono, dunque, da chiare le modalità secondo cui avviene l'associazione di un bene a un token.

L'elemento ascritto a tale funzione è costituito dai *metadati*.

Metadati

Nella stragrande maggioranza dei casi, gli NFT vengono utilizzati per rappresentare beni digitali. Salvo rare eccezioni, però, la tecnologia blockchain non è adatta ad archiviare file multimediali, in quanto memorizzare una tale mole d'informazioni, richiederebbe troppo spazio; questo, non solo sarebbe computazionalmente oneroso, ma metterebbe a dura prova le prestazioni del network, potenzialmente causando un sovraccarico sulle capacità di archiviazione che comprometterebbe fortemente l'efficienza complessiva della blockchain. Per sopperire a tale limite vengono utilizzati i metadati.

I metadati costituiscono il contenuto di un NFT: concretamente, si tratta di un insieme di informazioni volte a definirne le caratteristiche e le proprietà essenziali, tra cui il nome, la descrizione, la cronologia delle transazioni e il collegamento al file multimediale¹⁷ rappresentato; in pratica sono l'essenza di un NFT e ne determinano l'unicità (Binance Blog, 2022b).

Esistono diversi standard di formattazione, ma tipicamente i metadati sono codificati secondo lo standard *JavaScript Object Notation* (JSON), il formato implementato dallo standard NFT più diffuso: l'ERC-721¹⁸.

¹⁷ Il file multimediale può essere un'immagine, un video, un sito web, una stringa di codice o un qualsiasi altro insieme di dati arbitrario (Wang et al., 2021).

¹⁸ Inizialmente proposto da Dieter Shirley nel 2017 come EIP-721 (acronimo di *Ethereum Incremental Proposal*, processo destinato alla proposizione di nuovi standard su Ethereum), l'ERC-721 (*Ethereum Request for Comments*, nomenclatura attribuita alle proposte validate) è stato ufficialmente introdotto da Ethereum nel 2018. Il primo progetto a utilizzare questo standard fu *CryptoKitties*, che nel dicembre 2017 divenne così popolare da congestionare il network di Ethereum. Attualmente i principali campi di applicazione riguardano l'arte digitale e i collezionabili (Graves et al., 2022).

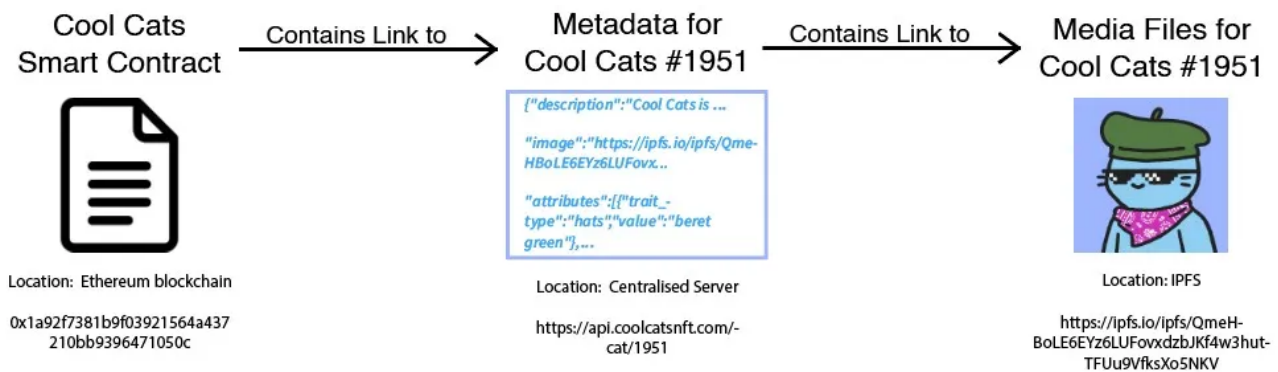
Figura 3 - Esempio di metadati archiviati in formato JSON.

```
json
{
  "name": "No time to explain!",
  "description": "I said there was no time to explain, and I stand by that.",
  "image": "ipfs://bafybeict2kq6gt4ikgulypt7h7nwj4hmfi2kevrqvn2osibfully5x3hu/no-time-t"
}
```

Dal momento che i metadati sono generalmente archiviati off-chain (approfondimento nel seguente paragrafo), gli NFT sono dotati di un URI (*Uniform Resource Identifier*), una sequenza di caratteri che identifica universalmente ed univocamente una risorsa¹⁹; in questo caso, il file JSON. Così, quando un'applicazione come un marketplace o un wallet ha bisogno di mostrare i contenuti di un NFT, come illustrato nella Figura 4, sarà sufficiente richiamarne lo URI (eseguendo una funzione dello smart contract che prende il nome di *tokenURI*), attraverso il quale potrà risalire ai metadati, che a loro volta contengono l'indirizzo del file multimediale vero e proprio (Platz, 2022).

Questo approccio consente di aggirare i limiti di archiviazione caratteristici delle blockchain, garantendo al contempo un accesso immediato ai contenuti dell'NFT.

Figura 4 - Esempio di una struttura dati di un NFT.



Archiviazione

Si prenda in considerazione il progetto NFT PFP²⁰ *Bored Ape Yacht Club*²¹ (BAYC): si tratta di una collezione composta da 10.000 avatar NFT che raffigurano delle scimmie (Figura 5), in cui l'artwork viene generato proceduralmente da un algoritmo a partire da una serie di 170

¹⁹ Alcuni esempi di URI degni di nota sono: un indirizzo web (URL), un indirizzo email, il codice ISBN di un libro, un numero di telefono col prefisso internazionale.

²⁰ Il termine PFP (*Picture for Proof* o, più comunemente, *Profile Picture*) identifica NFT creati per essere utilizzati come immagine profilo sui social media. Molte delle collezioni NFT più note, come la sopracitata *Bored Ape Yacht Club*, sono PFP.

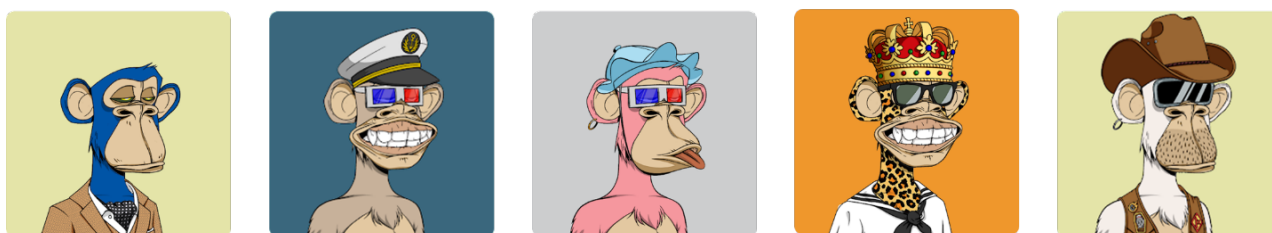
²¹ Visualizzabile su boredapeyachtclub.com

attributi unici disegnati a mano (ogni avatar può “ereditare” tra i 4 e i 7 attributi scelti tra le seguenti categorie: sfondo, pelliccia, cappello, vestiti, occhi, bocca e orecchini).

Come spiegato nel paragrafo precedente, ogni token viene definito attraverso i metadati; nel caso di BAYC, ciò comporta l’archiviazione di 10.000 file JSON individuali, nonché di un numero analogo di file immagine (come JPEG o PNG) che costituiscono gli artwork veri e propri.

Questo esempio rappresenta solo una delle migliaia di collezioni NFT esistenti; tenendo in considerazione che ormai il quantitativo totale di NFT in circolazione si aggira nell’ordine delle decine di milioni, è naturale interrogarsi su quali siano le modalità che consentono l’archiviazione di una simile quantità di file.

Figura 5 - Bored Ape Yatch Club, Yuga Labs.



Esistono due alternative per l’archiviazione dei metadati e dei file multimediali associati a un NFT: on-chain e off-chain.

Come espresso in precedenza, attualmente, archiviare i dati di un NFT on-chain è indubbiamente raro, ma non inverosimile; nonostante gli elevati costi associati rendano questa alternativa generalmente meno efficiente rispetto alla più comune archiviazione off-chain, dati i giusti presupposti, garantisce considerevoli benefici. Infatti, questo approccio rappresenta l’alternativa migliore nel caso in cui i dati occupino una quantità di spazio limitata, in quanto il loro stato di archiviazione non dipende da elementi esterni, come server o servizi di hosting, ma semplicemente dalla persistenza della blockchain di riferimento (Gieson, 2022). L’archiviazione off-chain, infatti, per quanto risulti più economica, presenta il rischio di rendere l’NFT più suscettibile al *link rot*, fenomeno secondo cui i collegamenti tendono a decadere nel tempo, cessando di puntare alla risorsa originariamente designata (Figura 6). Ciò può accadere, ad esempio, quando un file collegato viene spostato su un nuovo indirizzo o diventa permanentemente non disponibile²², rendendo impossibile risalirvi a partire dal link originale. Uno scenario del genere sarebbe alquanto problematico, in quanto contrario alla ragion d’essere degli NFT, il cui valore è del tutto dipendente dal contenuto (Kufuor, 2022).

L’alternativa più soggetta a situazioni del genere è senz’altro l’archiviazione su server centralizzati; a testimonianza di ciò, si prenda in esame il caso dell’exchange di criptovalute²³ FTX: a causa di una crisi di liquidità destinata a condannare la società all’insolvenza, l’11 novembre 2022 FTX si vide costretta a presentare l’istanza di fallimento.

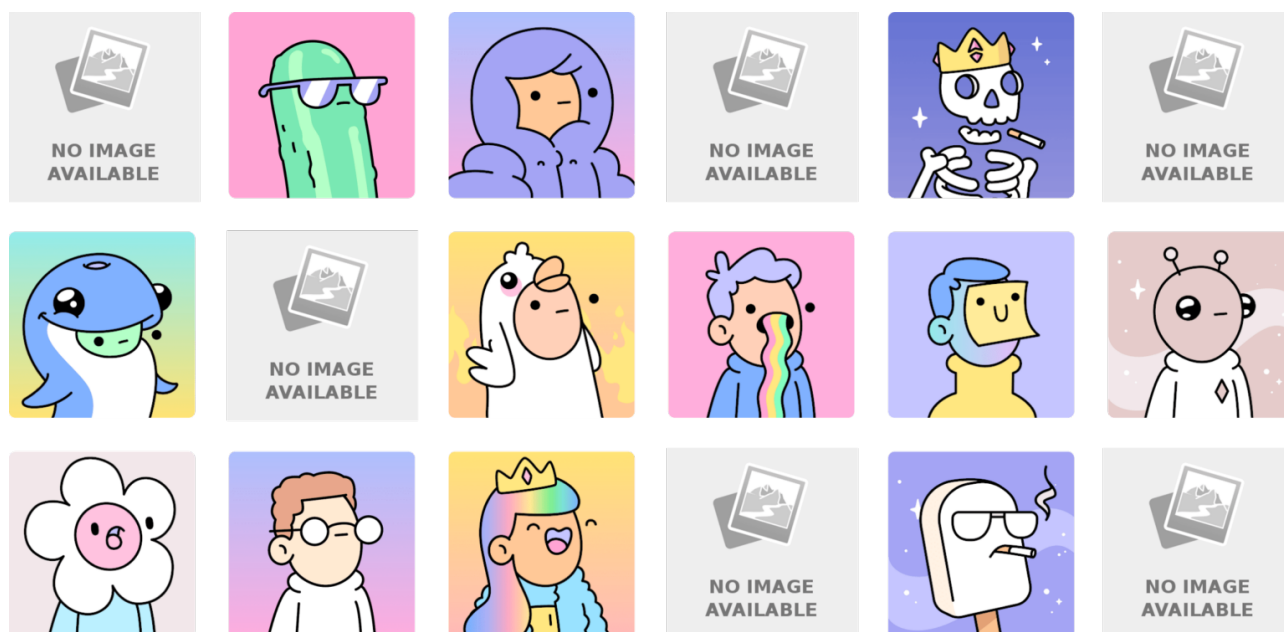
Di lì a poco, il sito della società sarebbe stato modificato affinché il suo dominio – *ftx.us* – rimandasse a una pagina in via di ristrutturazione volta a reindirizzare l’utenza alla

²² Ad esempio quando un server va offline a causa di guasti tecnici, attacchi informatici o disastri naturali, rendendo le informazioni e i servizi archiviati su quel server inaccessibili.

²³ Gli exchange di criptovalute sono piattaforme online che consentono di scambiare le proprie valute digitali con criptovalute o con valute fiat.

documentazione inerente alla procedura concorsuale. Dal momento che i metadati degli NFT mintati su FTX venivano archiviati attraverso un'API Web2 su server centralizzati detenuti dalla società, gli smart contract di tali NFT non erano più in grado di accedere ai loro contenuti, in quanto tutti i link rimandavano alla stessa pagina in via di ristrutturazione, invalidandone completamente le funzionalità nonché azzerandone il valore (Reguerra, 2022).

Figura 6 - un set di NFT appartenenti alla collezione PFP Doodles con alcune immagini mancanti, ad illustrare il fenomeno del link rot.



L'esempio proposto rappresenta sicuramente uno dei casi più estremi, ma ben evidenzia i limiti caratteristici di questo tipo di archiviazione, che è ormai universalmente riconosciuta come cattiva pratica.

Detto questo, non è un caso che l'archiviazione off-chain sia l'alternativa più popolare – secondo uno studio condotto su *yournfts.org* nel 2022, circa il 90% degli NFT su Ethereum si avvale di questa pratica; difatti, attualmente si tratta dell'unica strada percorribile per la maggior parte dei progetti NFT, in quanto garantisce una flessibilità che la controparte on-chain non è in grado di offrire, non solo svincolando i metadati dalle restrizioni imposte da una specifica blockchain (il che migliora l'interoperabilità dell'NFT), ma rendendo sostenibile dal punto di vista economico l'archiviazione di qualsiasi tipologia di file multimediale – indipendentemente dalle dimensioni²⁴.

Fortunatamente, esistono anche soluzioni off-chain decentralizzate che, pur non essendo completamente infallibili, offrono un livello di sicurezza non dissimile da quello dell'archiviazione on-chain: il servizio di gran lunga più affermato è IPFS (*InterPlanetary File System*), che, sempre secondo l'analisi di *yournfts.org*, è utilizzato per archiviare i dati del 36% degli NFT su Ethereum.

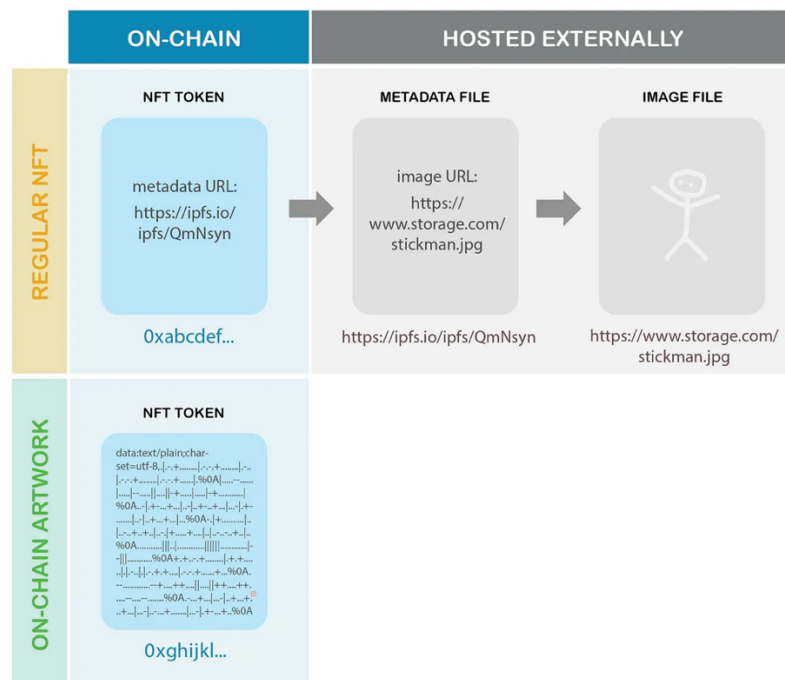
Si tratta di un sistema di archiviazione distribuita basato su un network peer-to-peer; diversamente dai servizi di hosting tradizionali, utilizza un sistema di archiviazione *associativa*, il che permette di accedere alle risorse del network indipendentemente dalla

²⁴ Le commissioni di transazione associate al minting di un NFT vengono determinate a partire dalla quantità di dati da archiviare sulla blockchain, il che rende l'archiviazione di file pesanti estremamente costoso.

location in cui si trovano (attraverso un URI), fintantoché rimangono archiviate su almeno un nodo della rete (Kufuor, 2022).

Nonostante l'affidabilità del sistema, esiste comunque il rischio di perdita dei dati; per tutelare i contenuti archiviati dal network, IPFS ha, dunque, implementato un meccanismo denominato “pinning”, volto ad assicurare che una data risorsa rimanga sempre disponibile. Molti marketplace e progetti NFT fanno uso di servizi di pinning a pagamento per eludere il tanto paventato link rot.

Figura 7 - Confronto tra NFT con metadata archiviati off-chain e on-chain.



2.1.4 - Principali casi d'uso degli NFT

Sommariamente, si potrebbe dire che gli NFT siano nati come espediente tecnologico volto a certificare la proprietà e l'unicità digitali; era dunque prevedibile che gli *early adopter* avrebbero subito riconosciuto il loro potenziale applicativo nei campi dell'arte e dei collezionabili digitali, tant'è che i termini *non-fungible token* e *digital collectible* vengono tutt'ora spesso impropriamente utilizzati in modo analogo, un'approssimazione generalista che minimizza il potenziale effettivo degli NFT come nuova primitiva software²⁵ fondamentale per lo sviluppo di ecosistemi decentralizzati (Vandenberg, 2023).

Secondo Vandenberg, la vera forza degli NFT è data dalla loro proprietà intrinseca di poter essere utilizzati, scambiati e venduti liberamente e in modo sicuro istantaneamente in tutto il mondo, utilizzando una qualsiasi piattaforma compatibile.

Ciò apre un mare di opzioni applicative limitate unicamente dall'ingegno del fruitore, similmente a quanto fatto dai siti web durante le prime battute di Internet; di particolare interesse ai fini dell'elaborato, segue un'analisi di quelli che sono stati identificati come i principali casi d'uso fino ad ora.

²⁵ Per primitiva software s'intende un elemento codificabile alla base di un linguaggio di programmazione volto alla costruzione di programmi e interfacce sofisticati (Sheldon, 2023).

Criptoarte

“Criptoarte” è un termine generico coniato per far riferimento a una nuova frontiera del mercato dell’arte basata sulla blockchain, in cui opere d’arte digitali sono commercializzate sotto forma di NFT. Analogamente alle forme d’arte più tradizionali, il valore dell’arte crittografica è fortemente vincolato ad elementi come la notorietà dell’artista, la rarità dell’opera e la sua domanda – quando un artista crea un NFT può stabilire la “tiratura” dell’opera, determinandone arbitrariamente la scarsità.

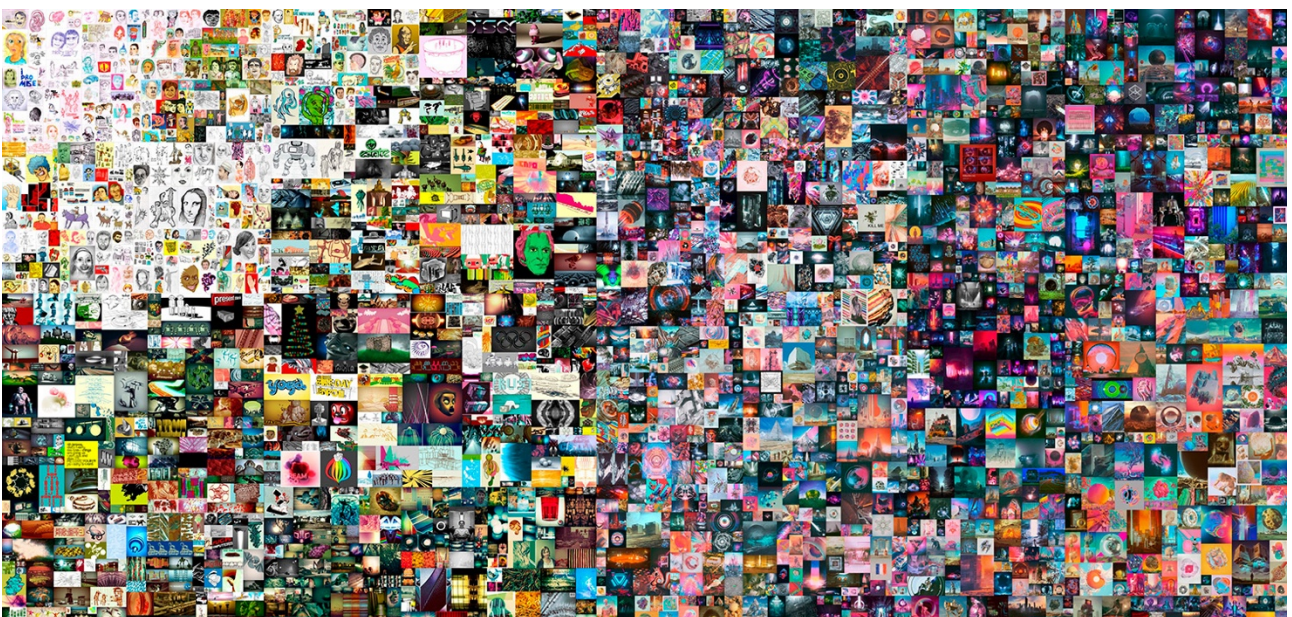
Uno dei casi più emblematici è sicuramente rappresentato dall’NFT *Everydays: the First 5000 Days* (Figura 8) creato da Beeple, nome d’arte di Mike Winkelmann, che nel 2021 è stato venduto per 69,3 milioni di dollari dalla casa d’aste Christie’s, culmine dell’euforia speculativa che ha investito il mercato NFT durante il biennio 2021-22.

Nonostante la tendenza ribassista del mercato dell’ultimo anno, la criptoarte è comunque riuscita ad aprire uno spiraglio per la commercializzazione di opere digitali, una suggestione utopica prima dell’avvento NFT. Da qui l’espressione “*finally artists can get a slice of the pie*” (finalmente gli artisti possono ricevere una fetta della torta), diffusasi su Twitter e innumerevoli server Discord a ribadire l’idea che gli NFT possano cambiare la condizione economica degli artisti digitali, favorendo un flusso d’ingressi più regolare e garante di stabilità a lungo termine (Longo, 2022).

A supporto di questa nozione, una delle funzionalità più interessanti degli NFT: essendo tecnologicamente radicati negli smart contract, e pertanto programmabili, offrono la possibilità di codificare delle royalties all’interno del contratto, aggiungendo il potenziale per una fonte di guadagno passiva percepita dall’artista ogniqualvolta l’opera sia oggetto di una transazione.

In definitiva, la criptoarte rappresenta senz’altro uno dei settori di spicco dell’ecosistema NFT, e ora che sembra essersi lasciata alle spalle la bolla speculativa che da una parte ha catapultato gli NFT all’attenzione generale, ma che dall’altra ne ha inibito le forme di sperimentazione più virtuosa, ha finalmente via libera per mostrare le sue vere potenzialità.

Figura 8 - Porzione di *Everydays: the First 5000 Days*, Mike “Beeple” Winkelmann (2021). L’opera è un collage di 5000 immagini digitali create da Winkelmann per la sua serie *Everydays*.



Collezionabili

Gli NFT collezionabili costituiscono il caso d'uso indubbiamente più popolare del settore – la stessa cryptoarte, che di per sé rappresenta una delle aree più redditizie dell'ecosistema NFT, rientra in questa categoria. Secondo un report del 2023 realizzato da *Grand View Research*²⁶, infatti, nel 2022 il segmento dei collezionabili ha totalizzato oltre il 53% delle vendite complessive del mercato NFT (allora stimato a circa 20,44 miliardi di dollari), il che li rende la *commodity* token di gran lunga più ricercata dai compratori.

Dai memorabilia sportivi, alle collezioni PFP, ai collezionabili *in game*, si tratta di una sfera che ha trovato terreno fertile in svariati campi, innescando, a cavallo tra il 2021 e il 2022, una nevrosi speculativa fautrice del fermento, da una parte, e dello scetticismo, dall'altra, nei confronti di una tecnologia NFT allora novella agli occhi del grande pubblico.

Per molti i collezionabili rappresentano solo un'opportunità d'investimento, per altri si tratta di qualcosa di più primitivo; il valore di un collezionabile è principalmente determinato dalla sua scarsità, dunque, similmente alla loro controparte fisica, gli NFT collezionabili fanno perno su una pulsione innata che ci spinge a ricercare ciò che unico o raro (Mueller, 2020).

Di seguito due progetti particolarmente significativi – entrambi emersi dall'ambito sportivo – che sono riusciti a capitalizzare su questo fenomeno: *Autograph*²⁷, piattaforma co-fondata dall'ex giocatore di football americano Tom Brady, dov'è possibile acquistare NFT creati da atleti volti a garantire ai detentori benefici come l'accesso ad eventi esclusivi, e *NBA Top Shot*²⁸, un marketplace NFT che permette di acquistare, vendere o scambiare NFT in formato video delle giocate salienti delle partite NBA, ricreando un'esperienza simile a quella delle tradizionali carte collezionabili (Figura 9).

Figura 9 - NFT vari su NBA Top Shot.



²⁶ Consultabili su [grandviewresearch.com](https://www.grandviewresearch.com)

²⁷ Visualizzabile su [autograph.io](https://www.autograph.io)

²⁸ Visualizzabile su [nbatopshot.com](https://www.nbatopshot.com)

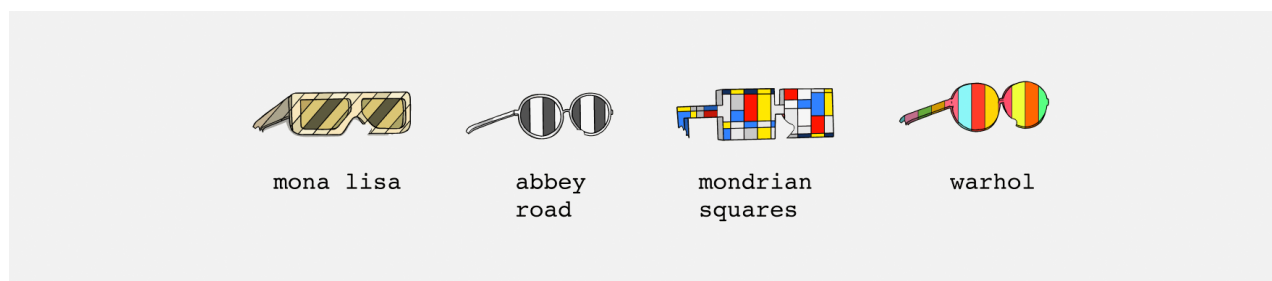
PFP e avatar

Il termine PFP (*Picture for Proof* o, più comunemente, *Profile Picture*) viene utilizzato per identificare una categoria di NFT creati per essere utilizzati come avatar digitali sulle piattaforme social.

Normalmente si tratta di collezioni composte da migliaia di NFT – lo standard si aggira sui 10.000 pezzi – basati su un personaggio antropomorfo, in cui gli artwork vengono generati proceduralmente da un algoritmo a partire da serie di attributi diversi.

Questo processo avviene generalmente attraverso sistemi automatizzati *plug-and-play*²⁹, secondo cui basta caricare i file degli attributi che compongono l'artwork – ad esempio il colore dello sfondo, la forma della bocca, il tipo di occhiale, ecc. (Figura 10) – all'interno di software dedicati, ottenendo un elevato numero di combinazioni randomicamente generate, del tutto uniche e caratterizzate da diverse rarità.

Figura 10 - Alcune variazioni dell'attributo "eyewear" del progetto PFP *y00ts*³⁰.



La prima iterazione di progetto NFT PFP è da attribuire a *CryptoPunks*, creato da Matt Hall e John Watkinson nel 2017. Composta da 10.000 avatar in pixel art 24x24, la collezione ha contrassegnato un prima e un dopo nel panorama NFT; la particolare struttura logica implementata dal loro smart contract, infatti, è considerata una delle principali fonti d'ispirazione che hanno portato all'attuale standard ERC-721.

La rapida ascesa di *CryptoPunks* ha innescato un trend vertiginoso che ha dato vita a numerose collezioni di successo (si veda la precedentemente descritta *Bored Ape Yatch Club*); come notato dal giornalista Thomas Langston in un articolo pubblicato a settembre 2022 su *nft now*, infatti, la predominanza degli avatar generativi nell'ambito NFT è diventata così marcata, che una buona parte di coloro che lo osservano da fuori potrebbe pensare che l'intero ecosistema ruoti esclusivamente intorno ad essi.

Questo tipo di successo è in gran parte attribuibile a ragioni di carattere socio-emotivo, in quanto si tratta di progetti che puntano primariamente a generare un forte senso di community tra i detentori di token appartenenti a una stessa collezione, spesso garantendo benefici come la possibilità di accedere a eventi o a canali di comunicazione esclusivi – ad esempio server Discord dedicati – o di ricevere merchandising del progetto.

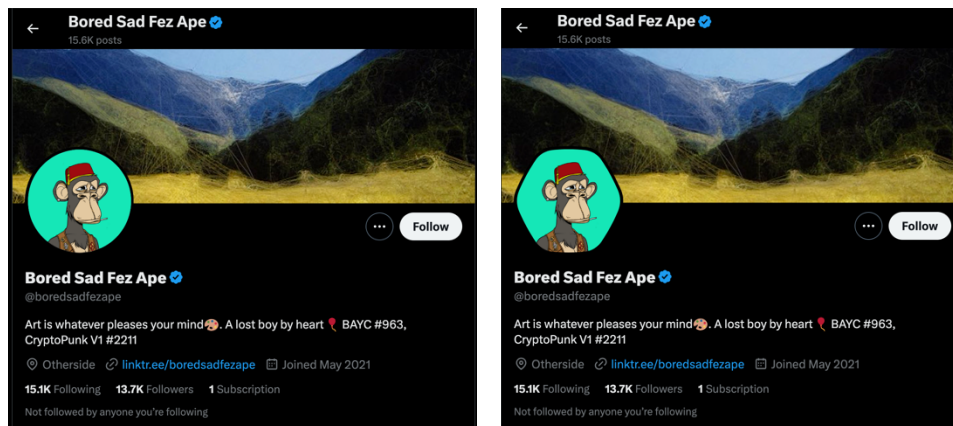
Tale popolarità ha portato piattaforme come Twitter e Reddit a permettere di certificare nativamente gli NFT PFP, cambiando la visualizzazione delle immagini profilo dal tipico bordo circolare a un bordo esagonale (Figura 11) – ovviamente, chiunque potrebbe usare l'immagine

²⁹ In informatica, espressione usata in riferimento a tecnologie che possono essere utilizzate senza che l'utente conosca o metta in atto specifiche procedure di installazione o configurazione.

³⁰ Consultabili su *y00ts.com*

associata all’NFT di qualcun altro, ma non potendola certificare, non otterrebbe il bordo esagonale, il che ne indicherebbe l’illegittimità (George, 2022).

Figura 11 - Confronto tra immagine profilo standard e versione esagonale con collegamento al wallet su Twitter.



NFT fisici

Quando si parla di NFT fisici si fa riferimento a una categoria di NFT ibrida, in cui le dimensioni fisica e digitale convergono per dare vita a nuove esperienze d’uso.

Noti anche come NFT *phygital* (neologismo sincratico anglofono di *physical* e *digital*), si tratta di token legati ad asset del mondo reale con lo scopo di rappresentare la proprietà di beni tangibili quali dipinti, capi d’abbigliamento o memorabilia; una sorta di *digital twin*³¹ volto all’autenticazione e al tracciamento della controparte fisica.

Anche se fino ad ora questa modalità d’impiego degli NFT si è principalmente concentrata sulla certificazione di beni di grande valore, stanno cominciando ad emergere diversi casi d’uso per beni di largo consumo: è di particolare rilievo un progetto ancora in via di sviluppo del governo rumeno, che prevede la creazione di un marketplace NFT istituzionale (chiamato *National System for Issuers and Assets*, NSIDA) dove sarà possibile accedere a documenti certificati senza doversi recare fisicamente presso una sede amministrativa, decentralizzando gran parte delle mansioni burocratiche e, conseguentemente, migliorando la sicurezza e la trasparenza delle operazioni gestionali (Exmundo, 2022).

Un’altra applicazione che merita di essere citata concerne l’utilizzo degli NFT come strumento di tracciabilità: è il caso di *CriptoKicks*, concept brevettato da Nike nel 2019 che prevede la vendita di sneaker associate a un NFT attraverso un codice identificativo univoco (Andon et al., 2019).

Si tratta di un’utility che avrà particolare rilievo nel mercato del *reselling*³², in quanto spesso soggetto a contraffazioni; attualmente, infatti, non esiste un modo per verificare con certezza la legittimità dei prodotti venduti da terze parti. *CriptoKicks* delinea un sistema volto a

³¹ Un digital twin (gemello digitale) è una rappresentazione digitale di un’entità fisica volta ad agevolarne la gestione, il controllo o il monitoraggio (Hasan et al., 2023).

³² Il reselling di sneaker consiste nell’acquisto di modelli di sneaker in tiratura limitata per poi rivenderli online e trarne un profitto; secondo un’analisi di *Market Decipher* (consultabile su *marketdecipher.com*), è un mercato che nel 2022 ha raggiunto un valore di circa 10,6 miliardi di dollari.

mitigare questo problema: potendo esaminare la provenance del prodotto tramite l’NFT associato, sarà molto più semplice determinarne la vera natura. Con l'evoluzione delle tecnologie Web3, gli NFT fisici hanno, dunque, il potenziale di veicolare nuove modalità d’interazione, colmando il divario tra realtà fisica e digitale.

NFT di accesso: biglietti per eventi e membership

Similmente a quanto accade per il sopracitato mercato delle sneaker, una delle principali problematiche che interessa il settore dei biglietti per eventi è lo *scalping* automatizzato, fenomeno secondo cui i biglietti di un evento, in particolare di concerti e manifestazioni sportive, vengono acquistati in blocco attraverso bot³³ per poi essere rivenduti a un prezzo maggiorato. Per i tradizionali siti di rivendita online, nonostante l’implementazione di sofisticati sistemi di tutela, è praticamente impossibile fermare questi tipi di attacco.

L’utilizzo di NFT come titoli di accesso (pratica che prende il nome di *token gating*) ha, dunque, iniziato a farsi strada per aiutare a mitigare questo problema: la natura programmabile degli smart contract prevede, infatti, la possibilità di codificare nel token un prezzo fisso e immutabile, andando a precludere ogni possibilità di speculazione sulla rivendita dei biglietti (De Marchis, 2022).

Inoltre, come evidenziato dal caso studio *CryptoKicks*, è estremamente semplice verificare la provenienza di un NFT, rendendo impossibile la contraffazione dei biglietti che seguono questo modello.

Un altro caso che rientra nella categoria degli NFT d’accesso è rappresentato dalla tokenizzazione delle membership; in particolare, come accennato precedentemente, si tratta di un espediente adottato per lo più dalle collezioni PFP, in quanto favorisce dinamiche di aggregazione volte a promuovere il progetto. I token assumono, dunque, il ruolo di pass d’accesso a club virtuali privati, garantendo ai detentori benefici di varia natura, quali l’accesso ad eventi esclusivi, sconti su determinati prodotti, ecc.

Governance token

Nel precedente paragrafo si è visto come gli NFT possano essere utilizzati come titoli di accesso per partecipare ad eventi e community; esiste, inoltre, un’ulteriore declinazione di questa categoria che merita un approfondimento a parte: i *governance*³⁴ token.

Nel contesto dei protocolli decentralizzati quali DAO³⁵ e DApp, i governance token sono strumenti che consentono di partecipare alle decisioni governative e alla gestione delle risorse di un progetto o di un’organizzazione decentralizzati; dotati di funzionalità specifiche, garantiscono diritti di voto, nonché la capacità di proporre e ratificare modifiche ai protocolli stessi, incarnando una forma di democrazia decentralizzata.

³³ In informatica, termine usato in riferimento ad applicazioni software autonome volte ad eseguire operazioni con l’intento di imitare l’attività umana su Internet, ad esempio l’invio di messaggi o, come nel caso in esame, l’acquisto di biglietti di eventi (Dunham & Melnick, 2009).

³⁴ Termine anglofono usato per indicare l’esercizio dell’autorità, della direzione e del controllo; in particolare, viene generalmente utilizzato in riferimento all’insieme delle attività gestionali volte al funzionamento di un organizzazione (Giacomelli, 2012).

³⁵ Il termine DAO (*decentralized autonomous organization*) fa riferimento a organizzazioni la cui struttura e logica operativa sono codificate all’interno di smart contract e la cui governance è distribuita tra i partecipanti, in quanto priva di un organo amministrativo centrale. Il loro stato legale e la loro struttura giuridica sono ancora oggetto di discussione e definizione nelle normative vigenti (Hassan & Filippi, 2021).

Per comprenderne meglio il funzionamento, si prenda in esame il caso di PleasrDAO³⁶, un'organizzazione autonoma decentralizzata volta all'acquisizione di opere d'arte digitali culturalmente significative. Basata sul concetto di proprietà frazionata³⁷, i detentori dei token della DAO condividono la proprietà degli asset e il controllo dei fondi destinati alle acquisizioni, coordinandone l'amministrazione attraverso chat di gruppo e sistemi di votazioni integrati tramite smart contract.

PleasrDAO costituisce uno dei primi casi ad essere riuscito ad adottare con successo dinamiche governative di questo tipo.

Crowdfunding

Neologismo sincratico anglofono di *crowd*, folla, e *funding*, finanziamento, per crowdfunding s'intende un "processo di finanziamento collaborativo tramite cui un gruppo di persone ripone la propria fiducia versando somme di denaro per supportare progetti, iniziative o start-up" (Nardi, 2012). Si tratta di una pratica saldamente radicata nell'ecosistema Web2 esplosa a cavallo tra gli anni 2000 e 2010 con l'istituzione di piattaforme dedicate come *Indiegogo* (2008), *Kickstarter* (2009) e *GoFundMe* (2010).

Nonostante considerevoli benefici, il crowdfunding presenta comunque alcune criticità; tra le più frequenti si trovano i costi associati tipici di queste piattaforme, che, in quanto ente intermediario tra i contribuenti e i beneficiari, ritengono una piccola percentuale del ricavato (oltre ad applicare un'ulteriore imposta di servizio sulle singole donazioni), nonché la ricorrente mancanza di trasparenza tra le parti interessate e la difficoltà di tracciamento dei fondi donati, risultando spesso in malversazione (Smith, 2019).

Le tecnologie Web3 hanno, dunque, iniziato a vedere un crescente interesse dal settore dei finanziamenti collettivi per provare a colmare tali lacune; tra i casi più significativi troviamo progetti come *UkraineDAO*, che mette in mostra le potenzialità delle precedentemente citate DAO come strumenti di raccolta fondi: creata dall'attivista politica Nadya Tolokonnikova (appartenente al collettivo artistico russo *Pussy Riot*) in collaborazione con lo studio *Trippy Labs* e diversi membri di *PleasrDAO*, *UkraineDAO* è nata con l'obiettivo di raccogliere donazioni volte ad assistere la controffensiva ucraina contro la Russia. Tra le iniziative più riuscite si trova la vendita all'asta di un NFT rappresentante la bandiera ucraina, che a marzo 2022 ha raccolto 2.258 ether³⁸ (ETH) – equivalenti, all'epoca, a circa 6,75 milioni di dollari – grazie all'intervento di 3.271 contribuenti.

Risulta evidente che il crowdfunding rappresenti uno strumento fondamentale per la democratizzazione dell'accessibilità ai finanziamenti per una vasta gamma di progetti e organizzazioni; tuttavia, i limiti caratteristici delle piattaforme tradizionali hanno evidenziato la necessità di un'evoluzione verso modelli Web3 – Kickstarter stessa ne è ha preso atto in un comunicato del 2021³⁹, dichiarando il proprio impegno nella promozione di un ecosistema decentralizzato. Tecnologie emergenti come le DAO, stanno, infatti, dimostrando un grande potenziale per migliorare l'efficacia e l'equità del crowdfunding, oltre che a consentire un maggior coinvolgimento delle comunità nell'apporto di risorse per progetti di valore, aprendo nuove prospettive per il futuro dell'innovazione finanziaria e delle iniziative solidali.

³⁶ Visualizzabile su pleasr.org/#

³⁷ La proprietà frazionata rappresenta un modo per rendere accessibili beni di alto valore come residenze, veicoli di lusso o opere d'arte, i cui costi non sono generalmente sostenibili per il consumatore medio (Hastings et al., 2006).

³⁸ Ether è la valuta nativa di Ethereum e si tratta della seconda criptovaluta in termini di capitalizzazione, dietro solo a bitcoin.

³⁹ Consultabile su <https://www.kickstarter.com/articles/the-future-of-crowdfunding-creative-projects?ref=section-articles-lets-build-whats-next-for-crowdfunding-creative-projects-article-body>

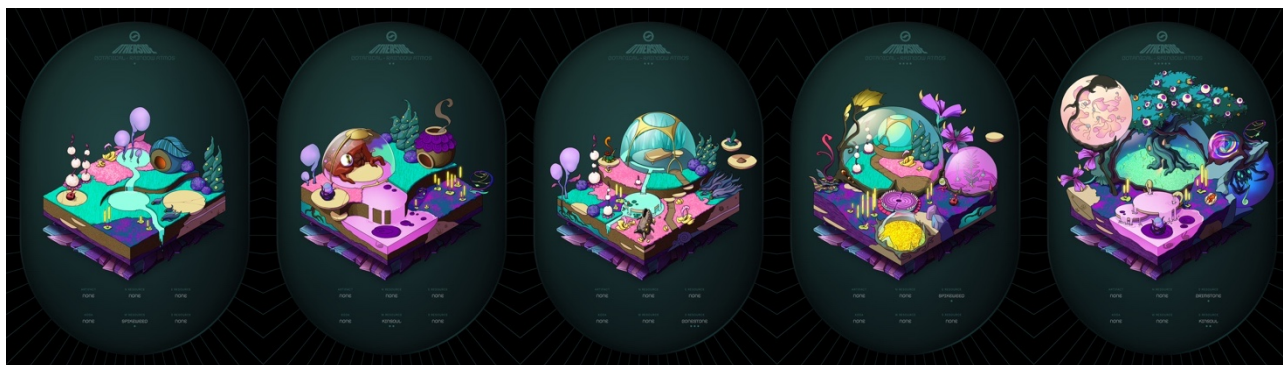
Gamified NFTs

I *gamified NFTs* (NFT “gamificati”) costituiscono una vasta categoria di NFT primariamente caratterizzati dall’implementazione di componenti ludiche; generalmente si tratta di token che servono scopi specifici all’interno di ecosistemi *play-to-earn*⁴⁰ e metaversi⁴¹.

Il caso d’uso di gran lunga più comune è rappresentato dagli NFT in-game; declinabili in svariati modi, come i *wearable* (outfit digitali indossabili dal proprio avatar) e le *virtual land* (appezzamenti di terra virtuali), gli NFT in-game sono asset digitali volti a certificare la proprietà di risorse all’interno di videogiochi e metaversi, e incarnano una delle prime applicazioni concrete della tecnologia NFT. La prima istanza di NFT in-game risale, infatti, al 2017 con il lancio di *CryptoKitties*⁴², gioco blockchain in cui l’obiettivo è collezionare gattini NFT per poi farli accoppiare tra di loro e dar vita a nuovi incroci. Si tratta di una meccanica che consente ai giocatori di scambiare le proprie risorse, generando economie integrate nell’ecosistema di gioco volte a valorizzare gli sforzi compiuti in-game (questo fenomeno fa parte della categoria di applicazioni GameFi, *game finance*).

Un altro caso particolarmente significativo è dato da *Otherdeeds*, NFT dinamici che rappresentano porzioni di terreno virtuali all’interno di *Otherside*, una piattaforma metaverso gamificata e interoperabile. Lanciati a inizio 2022 come una collezione di 100.000 parcelle, la loro caratteristica fondamentale è che invece di presentare un artwork statico di un pezzo di terra, gli *Otherdeeds* rispecchiano in tempo reale la loro evoluzione in-game e, pertanto, si trovano in una condizione di continua metamorfosi che denota lo stato di avanzamento del giocatore all’interno del gioco (Figura 12). Gli NFT gamificati hanno, dunque, il potenziale di trasformare l’industria videoludica, permettendo la creazione di nuove economie di gioco e, soprattutto, consentendo l’interoperabilità delle risorse tra giochi diversi.

Figura 12 - Diversi stadi evolutivi di un *Otherdeed*.



⁴⁰ Il play-to-earn rappresenta un nuovo paradigma nell’industria videoludica secondo cui è possibile accumulare risorse in-game sotto forma di NFT (come armi, capi di abbigliamento, ecc.), il che conferisce loro un valore che va al di là del videogioco; in quanto asset scambiabili e vendibili, promuovono, dunque, la creazione di un vero e proprio ecosistema economico intorno al gioco, che permette di trarre profitti dalla propria attività in-game (Tagliaferri, 2022).

⁴¹ Termine impiegato per la prima volta nel 1992 da Neal Stephenson nel romanzo *Snow crash*, viene generalmente utilizzato per indicare un insieme di spazi virtuali interattivi, localizzati nel cyberspazio e accessibili attraverso avatar digitali. Originariamente concepito come uno spazio unitario, attualmente esiste una pluralità di metaversi potenzialmente interconnessi e compatibili (Cristalli, 2023).

L’integrazione di tecnologie NFT nel metaverso ha aperto un mare possibilità applicative, dalla personalizzazione degli avatar, alla proprietà di terreni virtuali, contribuendo a ridefinire il concetto stesso di interazione e partecipazione nell’ambito di realtà virtuali.

⁴² Visualizzabile su cryptokitties.co

Musica NFT

Secondo un sondaggio del 2018 realizzato da MIRA⁴³ (*Music Industry Research Association*) su un campione di 1.227 musicisti, il reddito annuo medio di un musicista negli Stati Uniti si aggira tra i 20 e i 25 mila dollari; il 61% di loro sostiene, inoltre, che le entrate legate alla produzione musicale non siano sufficienti per coprire il costo della vita, sintomo di un'industria incapace di fornire modelli di monetizzazione sostenibili per l'artista medio, che, con l'avvento dell'era digitale e della conseguente smaterializzazione della musica, ha visto un continuo ridimensionamento dei propri guadagni a favore degli intermediari di settore. Tale problema è stato ulteriormente esacerbato dall'introduzione delle piattaforme streaming, che, da un lato, hanno portato alla democratizzazione della musica, abbassando notevolmente le barriere all'entrata per gli artisti emergenti, ma, dall'altro, hanno causato l'ennesima riduzione dei profitti dei musicisti (Biancolli, 2022).

È in quest'aria di malcontento generalizzato che si instaura l'utilizzo delle tecnologie Web3 come alternativa ai tradizionali modelli di monetizzazione, portando alla nascita della musica NFT, che vede l'impiego di token associati a brani, album o video musicali.

Si tratta di una pratica volta a garantire maggiore flessibilità agli artisti, che, sulla base di come scelgono di strutturare gli NFT rilasciati, possono optare per più modalità di monetizzazione, senza dover necessariamente sottostare alle logiche di mercato imposte dalle piattaforme streaming o dalle case discografiche.

Uno dei business model più consolidati nel panorama della musica NFT consiste nel lanciare i pezzi su marketplace dedicati come *Royal*⁴⁴, consentendo agli utenti di acquistare musica tokenizzata per guadagnare una parte delle royalties da essa generate. I token possono, inoltre, garantire ulteriori benefici curati dagli artisti, come biglietti per i loro concerti, collezionabili o incontri faccia a faccia.

Queste piattaforme, dunque, rappresentano, da un lato, un nuovo modo per i fan di interfacciarsi con gli artisti, democratizzando le opportunità di investimento nell'industria musicale, tradizionalmente limitate alle società di private equity, fondi di investimento e case discografiche, dall'altro, un modo per gli artisti di mantenere diretto controllo sulla propria musica, creando nuovi flussi di entrate e coltivando una comunità incentivata a promuovere i loro progetti.

2.1.5 - Storia e mercato NFT

Nonostante il 2021 venga generalmente riconosciuto come l'anno degli NFT – tant'è che il *Collins English Dictionary* scelse come parola dell'anno proprio "NFT" – in realtà, si tratta di una tecnologia la cui prima iterazione risale a quasi dieci anni prima.

Fu Yoni Assia, CEO della multinazionale di social trading *eToro*, colui che nell'ormai lontano 2012 riconobbe per primo il potenziale della tecnologia blockchain come strumento atto alla certificazione di beni; in un articolo pubblicato il 27 marzo 2012 chiamato "*bitcoin 2.X (aka Colored bitcoin)*"⁴⁵, infatti, ipotizzò un nuovo protocollo basato sul network Bitcoin, attraverso il quale sarebbe stato possibile contrassegnare i bitcoin per differenziarli gli uni dagli altri, attribuendo loro dei metadati volti a identificare asset digitali o fisici al di fuori della blockchain.

L'idea iniziò a circolare in numerosi forum specializzati, suscitando grande interesse da parte della community, a tal punto che il 4 dicembre 2012, il crittografo e matematico Meni

⁴³ Consultabile su https://psrc.princeton.edu/sites/g/files/toruqf1971/files/resource-links/report_on_mira_musician_survey.pdf

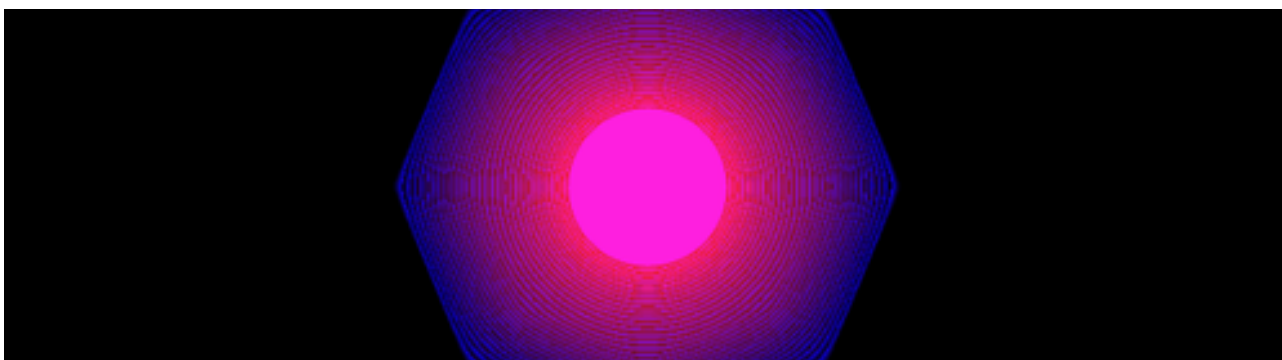
⁴⁴ Visualizzabile su royal.io

⁴⁵ Consultabile su yoniassia.com/coloredbitcoin/

Rosenfeld pubblicò un paper intitolato “*Overview of Colored Coins*”⁴⁶, volto a delineare la struttura del protocollo, aprendo la strada per la sua eventuale implementazione nel 2013 per mano di un team composto dallo stesso Rosenfeld, Yoni Assia, Lior Hakim e Vitalik Buterin – esperienza che si rivelò per lui fondamentale durante lo sviluppo di Ethereum.

Benché strutturalmente Bitcoin non fosse stata progettata per supportare l’archiviazione di metadati, il che limitava fortemente l’efficienza e, conseguentemente, le possibilità applicative del protocollo, Colored Coins sancì un prima e un dopo, innescando una serie di sperimentazioni che culminarono nel 2014, quando l’artista newyorkese Kevin McCoy mintò su *Namecoin* (fork⁴⁷ di Bitcoin), “*Quantum*”, il primo NFT mai registrato (Figura 13).

Figura 13 - *Quantum*, Kevin e Jennifer McCoy (2014).



Nello stesso anno venne fondata *Counterparty*, piattaforma peer-to-peer basata su Bitcoin che implementava un protocollo volto a semplificare la creazione e lo scambio di token. Con il lancio di *Spells of Genesis*⁴⁸ nel 2015 e *Rare Pepes*⁴⁹ nel 2016, contribuì significativamente all’iniziale diffusione della tecnologia NFT.

Sempre in quel periodo, concretamente nel 2015, nasceva Ethereum; concepita dalla mente del sopraccitato Buterin, si trattava di una nuova piattaforma dedicata allo sviluppo di applicazioni decentralizzate. L’introduzione degli smart contract portò a un’ottimizzazione del processo di creazione e di gestione dei token, rendendola immediatamente una delle blockchain di riferimento nell’ambito NFT, anche se dovette attendere il 2017 per arrivare alla consacrazione definitiva: con il lancio di *CryptoPunks*, infatti, si arrivò alla definizione del primo standard NFT, l’ERC-721.

Il primo progetto a farne uso fu *CryptoKitties*, che nel dicembre 2017 acquisì una popolarità tale da congestionare Ethereum. L’istituzione di uno standard abbassò enormemente le barriere all’entrata, catapultando Ethereum al fronte dell’ecosistema NFT. Inoltre, si dimostrò strumentale alla comparsa dei primi marketplace dedicati, facilitando la gestione dei token che aderivano alle linee guida da esso introdotte (Ko et al., 2023).

⁴⁶ Consultabile su bitcoil.co.il/BitcoinX.pdf

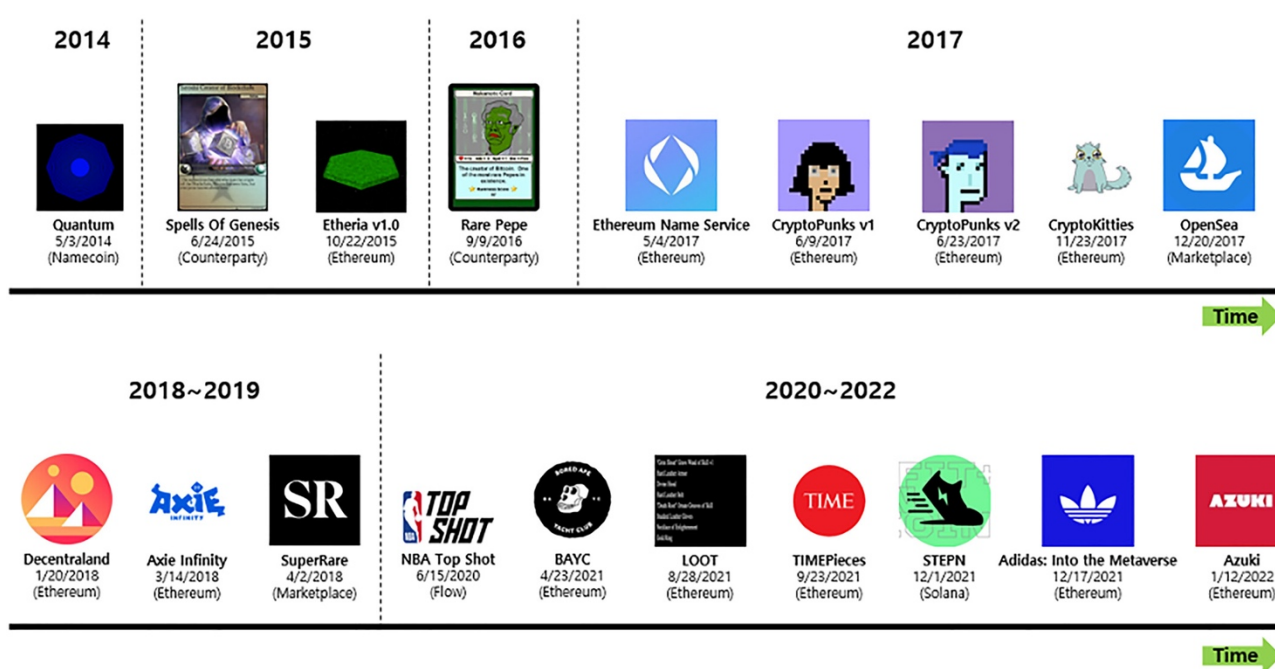
⁴⁷ Ogniquale volta vengano apportate delle modifiche al protocollo di una blockchain – ovvero all’insieme di regole che la governano – si verifica una divisione *fork*; ciò comporta la biforcazione della blockchain, generandone un’altra che, pur condividendo l’intera cronologia con la blockchain originaria, è diretta in una nuova direzione (Coinbase Blog).

⁴⁸ *Spells of Genesis* è entrato nella storia come il primo gioco a utilizzare asset tokenizzati (visualizzabile su spellsofgenesis.com)

⁴⁹ Fondamentale per la nascita della cryptoarte, *Rare Pepes* rappresenta una delle prime collezioni NFT (visualizzabile su rarepepes.com).

Il triennio a seguire (2018-20) vide il lancio di numerosi progetti di rilievo, tra cui *Decentraland*, il primo metaverso decentralizzato, *Axie Infinity*, gioco blockchain precursore del modello play-to-earn, e *NBA Top Shot*, una delle prime piattaforme di NFT collezionabili; il loro successo contribuì a portare ulteriore visibilità agli NFT, ciononostante continuò a rimanere perlopiù un fenomeno di nicchia.

Figura 14 - Cronologia dei principali progetti (immagine tratta da Ko et al., 2023).



Di lì a poco, però, tutto sarebbe cambiato: i primi mesi del 2021, infatti, furono caratterizzati da un boom di mercato senza precedenti. Risulta, dunque, possibile individuare due momenti chiave responsabili di tale crescita: il primo risale all'anno precedente e corrisponde alla pandemia di COVID-19; dati i lockdown generalizzati introdotti nei primi mesi del 2020, infatti, vari settori furono costretti a una rapida digitalizzazione, portando molte persone a popolare nuovi spazi online per mantenere una presenza lavorativa, nonché sociale. Piattaforme come Twitter e Clubhouse, dove la comunità Web3 manteneva una forte presenza, videro un enorme influsso di utenza che per la prima volta entrava a contatto con il concetto di tecnologie blockchain. In particolare, numerosi artisti iniziarono a mostrare un forte interesse negli NFT, in quanto rappresentavano una nuova frontiera nella monetizzazione dell'arte digitale; di lì a poco, si instaurò il mercato della criptoarte.

Uno dei primi a comprendere il potenziale degli NFT fu l'artista americano Beeple. Questa sua lungimiranza lo catapultò al fronte della scena NFT, portandolo a diventare il primo artista a vendere un NFT in una grande casa d'aste: l'11 marzo 2021, dunque, Christie's chiuse l'asta della sua opera "Everydays - The First 5000 Days" per un valore di 69,3 milioni di dollari. Questo rappresenta il secondo momento chiave del boom NFT; la vendita dell'opera di Beeple ebbe, infatti, un'incredibile risonanza mediatica, spingendo il mercato in una frenesia speculativa dalle proporzioni impensabili fino a qualche mese prima.

Secondo un report di *nonfungible.com* realizzato in congiunzione con BNP Paribas, nel 2021 il mercato NFT raggiunse un giro d'affari pari a 17,6 miliardi di dollari, che a fronte degli 82

milioni del 2020 rappresentava un aumento del 21.000% in volume transazionale, portando il numero di utenti coinvolti da 64 mila a 400 mila.

Nel tentativo di capitalizzare sul trend NFT, il 2021 fu caratterizzato da una successione incessante di collezioni: il caso più significativo fu *Bored Ape Yacht Club*, che durante l'anno generò un volume superiore al miliardo di dollari, alimentando ulteriormente il fenomeno.

Mosse dalla mania NFT, numerose blockchain, tra cui Cardano, Solana, Flow e Tezos, iniziarono a sviluppare protocolli volti a supportare transazioni NFT, arrivando ad istituire standard con nuove funzionalità e caratteristiche.

I primi mesi del 2022 videro il periodo di picco massimo del mercato, ammassando nel Q1 un volume di transazioni superiore a quello dell'intero 2021 (18 miliardi di dollari tra gennaio e aprile).

Dopo il fervore iniziale, però, era prevedibile che seguisse un calo delle vendite: giugno 2022 viene generalmente associato allo scoppio della bolla speculativa; nei mesi successivi, infatti, il mercato andò incontro a un crollo significativo, con una riduzione del 90% del volume di scambio: dai 6 miliardi di gennaio, ai 600 milioni di ottobre⁵⁰.

Figura 15 - Giro d'affari del mercato NFT globale dal 2020 al 2023 (*cryptoslam.io*).



Questa tendenza ribassista ha successivamente subito un'inversione momentanea a cavallo tra il 2022 e il 2023, mantenendosi stabile nei primi mesi per poi andare incontro a una nuova regressione nella seconda metà dell'anno; da molti visto come un calo fisiologico dettato dall'insostenibile natura speculativa che aveva caratterizzato i due anni precedenti, nonché sintomo del prolungato *Crypto Winter*⁵¹ iniziato a metà 2022, attualmente il mercato NFT si vede ridotto al suo valore minimo degli ultimi due anni, con un giro d'affari assestatosi intorno ai 300 milioni di dollari al mese a ottobre 2023⁵².

Nonostante ciò, l'interesse nella tecnologia NFT rimane alto: secondo un report della piattaforma Alchemy⁵³ volto a monitorare lo sviluppo di applicazioni Web3, infatti, sebbene nel secondo trimestre del 2023 il volume di transazioni NFT fosse diminuito del 41% rispetto a quello precedente, nello stesso periodo sono stati rilasciati 5,9 milioni di smart contract su

⁵⁰ Dati consultabili su cryptoslam.io

⁵¹ Per crypto winter si intende una flessione delle quotazioni che si protrae per un periodo di tempo prolungato nel mercato delle criptovalute (Powell, 2022).

⁵² N.B. - Aggiornamento: a cavallo tra dicembre 2023 e febbraio 2024 il volume trasazionale è tornato a stabilizzarsi oltre il miliardo di dollari al mese.

⁵³ Consultabile su <https://www.alchemy.com/blog/web3-developer-report-q2-2023>

network compatibili con *Ethereum Virtual Machine*⁵⁴ (EVM) – tra cui Ethereum, Arbitrum, Optimism e Polygon – il che rappresenta un aumento del 302% rispetto al primo trimestre e un aumento del 1.107% rispetto al secondo trimestre del 2022; inoltre, sono stati installati 26,8 milioni di *Ethereum software development kit*⁵⁵ (SDK), un aumento del 7% rispetto al trimestre precedente.

Malgrado la flessione del mercato, sembrerebbe, dunque, che gli NFT stiano andando incontro a una maturazione tecnologica; la visione iniziale degli NFT come semplici commodity volte al profitto a breve termine è perlopiù scomparsa, sottolineando che il reale valore della tecnologia non risiede necessariamente nella loro scarsità, ma che dipenda, piuttosto, dalla loro utilità intrinseca.

2.1.6 - Fenomenologia NFT: valore percepito e driver di valore

“Alcuni tra i migliori episodi del fenomeno NFT li implementano non come un fine in sé, ma come nuovi utensili capaci di concretizzare sperimentazioni sui sistemi di valore e i comportamenti sociali che li circondano” (Longo, 2022).

Trattandosi di una tecnologia relativamente recente, la letteratura inerente alla fenomenologia NFT, e più concretamente, quella volta ad analizzarne i *driver di valore*⁵⁶, si trova ancora in una fase embrionale; tuttavia, in quanto frutto della preesistente macro-categoria degli asset digitali⁵⁷, il consenso generale sostiene che i due profili siano perlopiù sovrapponibili.

Di particolare interesse sono le prime considerazioni in merito di Kaczynski e Kominers (2021); secondo una loro analisi pubblicata sull'*Harvard Business Review*, i progetti NFT di successo presentano una serie di caratteristiche ricorrenti: tra queste si trovano un utilizzo significativo della tecnologia, la promozione di un senso di community tra gli utenti, la creazione di meccanismi di engagement e la formulazione di una roadmap di progetto chiara e attuabile.

A motivo di tale considerazione, sulla falsa riga dell'analisi di Kaczynski e Kominers e nel tentativo di approfondire ulteriormente la natura del valore degli NFT, uno studio congiunto pubblicato dalla *BI Norwegian Business School* e l'*Oslo New University College* (Yilmaz et al., 2023) ripropone la scala di *valore percepito*⁵⁸ (PERVAL) originariamente ipotizzata da Sweeney e Soutar (2001); il modello sottolinea la multidimensionalità del valore, scomponendolo in quattro categorie interdipendenti: funzionale, monetario, emotivo e sociale.

1. Funzionale: fa riferimento all'utilità data dalla percezione delle prestazioni e della qualità di un prodotto (Sweeney & Soutar, 2001). Nel caso degli NFT, il valore funzionale si manifesta in attributi quali la natura decentralizzata della tecnologia, l'infungibilità dei token e la sicurezza dell'infrastruttura blockchain; questi elementi, in combinazione con

⁵⁴ L'Ethereum Virtual Machine è il motore di calcolo di Ethereum volto a gestire lo stato della blockchain e che abilita le funzionalità degli smart contract.

⁵⁵ In informatica, un SDK indica un insieme di strumenti per lo sviluppo e la documentazione di software.

⁵⁶ Per driver di valore si intendono i vari fattori che contribuiscono ad aumentare il valore di un prodotto o servizio per i consumatori (Cole, 2022).

⁵⁷ Per “asset digitale” si intende un bene che esiste solo in formato digitale e che garantisce uno specifico diritto d'uso. I dati non caratterizzati da tale diritto non vengono considerati “asset”.

⁵⁸ A livello unidimensionale, il valore percepito può essere definito come la differenza tra il valore di ciò a cui si rinuncia e il valore dell'utilità che si riceve in cambio (Zeithaml, 1988). Tuttavia, mantenendo una visione più olistica, il valore percepito costituisce un concetto multidimensionale, che può essere relativo, situazionale, nonché di natura cognitiva ed emotiva (Sánchez-Fernández & Iniesta-Bonillo, 2007).

la programmabilità intrinseca degli smart contract alla base degli NFT, ne determinano le funzionalità.

2. **Monetario:** il valore monetario di un prodotto è dettato dalla sua economicità in funzione del mercato di riferimento e dal suo potenziale come investimento a corto o lungo termine (Sweeney & Soutar, 2001). Caratteristica strumentale alla percezione del valore monetario della tecnologia NFT, è la possibilità di conferire al detentore i diritti di proprietà, permettendone la vendita e il trasferimento, nonché l'attribuzione di royalties.
3. **Emotivo:** concerne le emozioni e i vari stati affettivi suscitati dall'interazione con un dato bene o servizio (Sweeney & Soutar, 2001). Gran parte delle azioni di un consumatore sono, infatti, indirizzate a cambiare o migliorare la propria condizione emotiva (Chen & Pham, 2019), ad esempio, attraverso esperienze volte a stimolare emozioni positive come la gioia e il divertimento (Holbrook & Hirschman, 1982). Pertanto, il valore estetico di una determinata collezione NFT o il valore ludico espresso da un NFT in-game, influenzano direttamente il valore emotivo. Altri fattori di rilievo, e particolarmente affini alla tecnologia NFT, sono costituiti dalla novità e la scarsità associate a un bene, qualità generalmente apprezzate dal consumatore medio (Berns et al., 1997), ma che spesso vengono strumentalizzate con fini predatori (ad esempio per suscitare la FOMO⁵⁹).
4. **Sociale:** può essere descritto come il valore relazionale tratto da un prodotto sotto forma di accettazione sociale e approvazione da parte degli altri (Sweeney & Soutar, 2001). "Tecnologie blockchain come criptovalute e NFT possono dare origine non solo a nuove fonti di valore, ma anche a nuovi rapporti economici e sociali" (Arnould et al., 2021); in tali contesti, il valore sociale è in gran parte dipendente dalla partecipazione a community NFT, dove il valore viene creato attraverso la condivisione di notizie, competenze, suggerimenti o semplicemente dalla nascita di legami interpersonali. Inoltre, gli NFT possono essere ostentati online (Figura 10), assumendo il ruolo di segnali digitali volti a definire la propria identità e status (Jensen Schau et al., 2003).

L'importanza relativa di queste quattro componenti è perlopiù dipendente da fattori di carattere socioeconomico; ad esempio, è possibile osservarne l'evoluzione in relazione all'andamento del mercato NFT: durante la bolla speculativa, il valore monetario costituiva inequivocabilmente l'elemento dal peso specifico maggiore, in quanto il driver più comune era rappresentato dal potenziale d'investimento dell'NFT; contrariamente, il periodo più recente, al netto di una rapida riduzione del volume transazionale, ha visto un'accelerazione dal lato dello sviluppo tecnologico, decretando un cambio di direzione a favore del valore funzionale, e, pertanto, dell'utility associata all'NFT.

Riprendendo lo studio di Yilmaz et al. (2023), è, inoltre, possibile osservare un mutamento in relazione alle varie fasi del *customer journey*⁶⁰; lo studio, infatti, evidenzia come ogni fase sia caratterizzata da un'importanza relativa delle dimensioni del valore diversa, concludendo che durante la fase di pre-acquisto siano il valore funzionale ed emotivo a guidare le scelte del

⁵⁹ Acronimo dell'espressione inglese *fear of missing out*, "paura di rimanere escluso", si tratta di una forma di ansia sociale caratterizzata dal desiderio di rimanere costantemente coinvolto nelle attività che fanno le altre persone, e dalla paura di essere esclusi da eventi, esperienze, o contesti sociali gratificanti (Dattilo, 2022).

⁶⁰ Per *customer journey* (letteralmente "viaggio del consumatore") si intende il percorso complessivo di tutti i punti di contatto tra un consumatore e un brand, un prodotto o un servizio (Følstad & Kvale, 2018). Secondo l'analisi proposta da Yilmaz et al. (2023), il customer journey riconducibile ai progetti NFT prevede tre fasi: la fase di pre-acquisto, caratterizzata dallo sviluppo d'interesse nei confronti dell'NFT; la fase di acquisto, in cui viene presa la decisione di acquistarlo; e la fase di post-acquisto, dove il consumatore valuta tra conservare il token o rivenderlo per trarne un profitto.

consumatore, mentre nelle fasi di acquisto e post-acquisto sia il valore monetario l'aspetto preponderante.

È, dunque, importante sottolineare come la comprensione di queste dinamiche possa aiutare a guidare gli attori dell'ecosistema NFT, consentendo loro di formulare con maggiore consapevolezza strategie e offerte in base alle mutevoli esigenze e aspettative dei consumatori.

2.1.7 - Limiti e problematiche degli NFT

Nonostante il grande potenziale ad essi associato, gli NFT presentano una serie di limiti e problematiche che richiedono un'approfondita considerazione.

Sostenibilità

Uno dei principali problemi sollevati in merito alla tecnologia NFT riguarda l'intenso consumo energetico richiesto durante il processo di convalida delle transazioni blockchain, fenomeno che ha suscitato crescente preoccupazione in termini di sostenibilità e dell'impatto ambientale associato.

In particolare, si tratta di un problema specifico delle blockchain basate su protocolli di consenso PoW (*proof of work*). Come spiegato nel paragrafo dedicato all'analisi della tecnologia blockchain, i sistemi PoW stabiliscono che per validare la creazione di un blocco, il nodo validatore debba risolvere un problema crittografico complesso; questo processo prende il nome di *mining*. Portare a termine tale operazione richiede grandi capacità di calcolo, il che si traduce in un dispendio energetico significativo.

Questo tipo di protocollo è stato popolarizzato in primo luogo da Bitcoin, diventando il modello di riferimento per i primi network peer-to-peer decentralizzati.

Da allora sono emerse diverse alternative volte a migliorare l'efficienza energetica delle blockchain. Attualmente la soluzione più diffusa è costituita dal PoS (*proof of stake*); questo tipo di protocollo gestisce la validazione dei blocchi attraverso un processo chiamato *staking*, secondo cui i nodi partecipanti mettono in gioco una quantità di capitale – detta, appunto, *stake* – che funge da collaterale nel caso in cui il validatore approvi transazioni manipolate.

Dal momento che l'approvazione delle transazioni non dipende dalla risoluzione di operazioni crittografiche complesse, i consumi del network si vedono ridotti di diversi ordini di grandezza, con un efficientamento superiore al 99% rispetto al PoW (Clarke, 2022).

Fino a poco più di un anno fa, Ethereum, che rappresenta la blockchain di riferimento nell'ecosistema NFT con una capitalizzazione di mercato dell'84% secondo i dati più recenti⁶¹, era basata su un protocollo di consenso PoW, il che ha portato a consumi energetici elevatissimi nel biennio 2021-22, in corrispondenza della bolla speculativa NFT; trattandosi del periodo di massima copertura mediatica della tecnologia, gran parte del dibattito dell'epoca si era, dunque, concentrato sulla natura energivora delle blockchain, ponendo gli NFT sotto lo scrutinio dell'opinione pubblica.

A seguito dei ripetuti crolli di mercato sintomo del *Crypto Winter*, l'entusiasmo diffuso per gli NFT è entrato in fase calante e, conseguentemente, la copertura mediatica della tecnologia è passata dalle testate giornalistiche mainstream agli outlet più settoriali, lasciando il pubblico casual all'oscuro degli sviluppi più recenti; nonostante Ethereum abbia introdotto il protocollo

⁶¹ Consultabili su <https://www.coingecko.com/research/publications/market-share-nft-blockchains#:~:text=Ethereum%20is%20the%20top%20non,%240.84%20billion%20in%20June%202023>

PoS da oltre un anno, infatti, permane tutt'ora la nozione secondo cui gli NFT siano una tecnologia energivora e dannosa per l'ambiente.

Incertezze giuridiche

Un'altra questione significativa è rappresentata dall'attribuzione e la garanzia dei diritti d'autore e di proprietà intellettuale degli NFT. Si tratta di un tema che ha sollevato numerose questioni legali e pratiche, poiché non sempre risulta chiaro chi ne sia l'effettivo detentore, ricadendo spesso nella sfera dell'interpretazione personale; in linea di massima gli NFT “si prestano alla cessione di diritto sulla proprietà, non sul diritto d'autore, a meno che l'artista non trasferisca il copyright dell'opera d'arte stessa con la vendita dell'NFT” (Giovanardi & De Simone, 2022). In un'eventualità del genere, tali aspetti devono essere specificati nelle condizioni di vendita, in quanto gli smart contract non sono in grado di far rispettare disposizioni simili.

L'evoluzione delle tecnologie blockchain ha, dunque, portato alla luce una serie di problematiche, evidenziando, in particolare, la frammentarietà dell'impianto normativo e l'inadeguatezza degli strumenti di tutela nell'ambito digitale.

Archiviazione

L'archiviazione dei media associati agli NFT rappresenta un'altra area alquanto delicata; come trattato in precedenza, attualmente l'infrastruttura blockchain non risulta essere particolarmente adatta all'archiviazione di file multimediali pesanti. Per sopperire a tale limite, è d'uso comune far ricorso all'archiviazione off-chain. Per la maggior parte dei progetti NFT si tratta dell'unica strada praticabile, in quanto la controparte on-chain risulterebbe eccessivamente costosa per essere sostenibile da un punto di vista economico.

Purtroppo, però, l'archiviazione off-chain a lungo termine, e in particolar modo le sue declinazioni centralizzate, costituiscono un fattore di rischio, in quanto rendono l'NFT più suscettibile al decadimento e alla corruzione dei file collegati.

La presenza di link rotti e problemi di accesso ai file può compromettere l'integrità e il valore degli NFT.

Speculazione

Le fluttuazioni di mercato costituiscono un ulteriore ostacolo alla diffusione degli NFT; la rapida ascesa del mercato NFT ha, infatti, attirato una vasta utenza primariamente motivata dalle prospettive di guadagno. La volatilità e l'incertezza insite nel mercato delle criptovalute si sono, dunque, viste replicate nel contesto NFT, dove truffatori e opportunisti hanno trovato terreno fertile per cimentarsi in manipolazioni di mercato e speculazione finanziaria, contribuendo alla proliferazione di numerose iniziative che promettevano benefici ai potenziali investitori, senza alcuna intenzione reale di adempiervi una volta raccolti i fondi – come evidenziato dal tentativo di *rug-pull*⁶² relativo al progetto NFT *Mutant Ape Planet* (U.S. Attorney's Office, 2023).

Similmente, aziende come Spotify, Starbucks e Square Enix, così come svariate celebrità e società sportive, hanno cercato di inserirsi nel mondo NFT per promuovere i loro brand

⁶² Il *rug-pull* rappresenta una classe di truffa che si verifica quando gli sviluppatori di una criptovaluta o di una collezione NFT abbandonano il progetto in questione scappando con i fondi degli investitori (Grammatica, 2022).

attraverso iniziative poco virtuose e altamente speculative – rasentando il marketing piramidale – approfittandosi di fenomeni come la FOMO (*fear of missing out*) per guadagnare a scapito del proprio pubblico (Olson, 2022).

Barriere all'entrata

Tutti questi fattori, in congiunzione alla mancanza di una regolamentazione adeguata e alla complessità tecnologica associata, hanno portato all'insorgenza di dubbi e scetticismo nei confronti degli NFT, concorrendo in un circolo vizioso alla propagazione di disinformazione e alla creazione di un'immagine distorta sulla base di casi d'uso specifici e limitati, piuttosto che su un'analisi approfondita delle tecnologie sottostanti e delle potenzialità applicative.

La diffusione degli NFT risulta, dunque, ostacolata da una comprensione ancora parziale delle tecnologie blockchain e delle criptovalute in generale, sottolineando la necessità di un'alfabetizzazione digitale appropriata.

Per concludere, come opportunamente considerato da Nathan Schneider, professore di scienze della comunicazione presso l'Università del Colorado, in merito allo stato dell'ecosistema Web3 degli ultimi anni, dove le tecnologie decentralizzate hanno preso una deriva volta all'emancipazione individuale piuttosto che sociale, “[...] come possiamo agire per riportare tali tecnologie alla loro dimensione originale di mezzo strumentale, piuttosto che di strumento fine a sé stesso?” (Tiffany, 2022).

2.2 - Finanza rigenerativa (ReFi)

2.2.1 - Impatto ambientale delle tecnologie blockchain

Nel paragrafo precedente sono state esposte alcune delle principali problematiche legate agli NFT e all'infrastruttura tecnologica sottostante. La questione relativa agli elevati consumi energetici associati al processo di convalida delle transazioni blockchain, rappresenta, verosimilmente, uno dei principali ostacoli per un'adozione su larga scala della tecnologia. Data la rilevanza dell'argomento, risulta, dunque, fondamentale dedicarvi un ulteriore approfondimento volto a contestualizzare l'entità del problema.

Come già spiegato precedentemente, per raggiungere un accordo sulla validità delle transazioni di una blockchain, i nodi all'interno del network devono eseguire un protocollo di consenso. Le modalità secondo cui opera un protocollo possono essere molteplici e vengono determinate in funzione della finalità pratica della blockchain in questione.

Per anni il modello più diffuso è stato il PoW, inizialmente popolarizzato da Bitcoin nel 2008, ma successivamente sono emerse diverse alternative volte a migliorare l'efficienza, la scalabilità e la sicurezza delle blockchain; attualmente, la soluzione prevalente è rappresentata dal PoS (Spinoglio, 2022). Nel sottocapitolo precedente sono stati analizzati a più riprese entrambi i protocolli, pertanto, per un approfondimento maggiore si rimanda al paragrafo 2.1.2; di seguito si ripropone, invece, un breve estratto del paragrafo 2.1.7 dove vengono evidenziate le principali differenze tra i due:

i protocolli PoW stabiliscono che per validare la creazione di un blocco, il nodo validatore debba risolvere un problema crittografico complesso; questo processo prende il nome di mining. Data la complessità delle operazioni, i sistemi PoW richiedono grandi capacità di calcolo, il che si traduce in un dispendio energetico significativo; i protocolli PoS, invece, gestiscono la validazione dei blocchi attraverso un processo chiamato staking, secondo cui i nodi partecipanti mettono in gioco una quantità di capitale – detta stake – che funge da collaterale nel caso in cui il validatore approvi transazioni manipolate. Siccome l'approvazione delle transazioni non dipende dalla risoluzione di operazioni crittografiche complesse, i consumi del network si vedono ridotti di diversi ordini di grandezza, con un efficientamento superiore al 99% rispetto al PoW (Clarke, 2022).

Per comprendere appieno la natura dei consumi di cui l'ecosistema NFT è responsabile, è necessario analizzare la composizione dell'infrastruttura sottostante.

Secondo un report di coingecko.com⁶³, lo spazio NFT è fondamentalmente basato su otto blockchain: prevedibilmente Ethereum occupa il primo posto, con una capitalizzazione di mercato dell'84%; al secondo posto si trova Bitcoin, quotato all'11%; successivamente ci sono ImmutableX, Polygon, Solana, Flow, Arbitrum e BNB Chain che costituiscono il restante 5% (Figura 16).

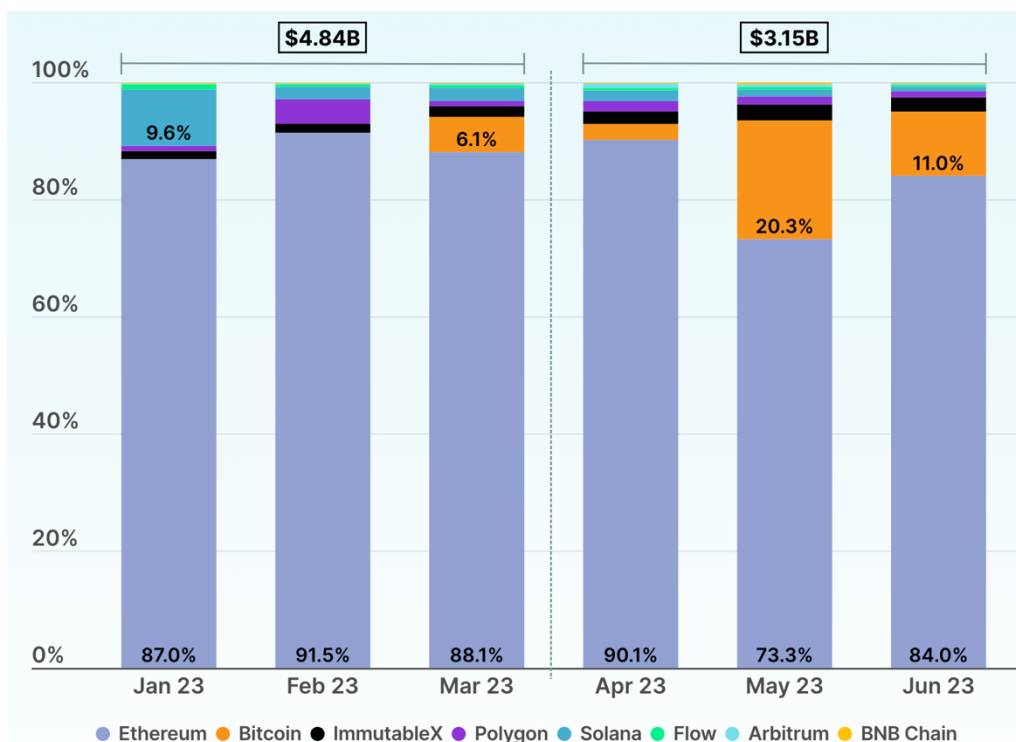
Tra queste, l'unica blockchain tutt'ora dipendente da un protocollo PoW è Bitcoin, che ammonta a solo un decimo delle transazioni NFT totali.

⁶³ Rimando alla nota 61.

Se si tiene in considerazione che ImmutableX (2,5%), Polygon (1,0%) e Arbitrum (0,2%) sono blockchain Layer 2⁶⁴ di Ethereum, la quota totale di Ethereum copre circa l'88% dell'ecosistema NFT.

Data la prevalenza monopolistica di Ethereum all'interno del settore, segue, dunque, un focus dei consumi ad essa associati.

Figura 16 - Principali blockchain per capitalizzazione di mercato nel 2023 (immagine tratta da *coingecko.com*).



Per valutare con precisione la magnitudine dei consumi energetici delle principali blockchain di riferimento (Bitcoin ed Ethereum), il *Cambridge Centre for Alternative Finance* (CCAF) ha sviluppato il *Cambridge Blockchain Network Sustainability Index* (CBNSI); si tratta di un modello statistico che elabora in tempo reale informazioni inerenti ai consumi dei nodi attivi del network di riferimento.

Secondo le stime pubblicate⁶⁵, i consumi cumulativi di Ethereum dal suo lancio all'adozione del PoS (formalmente denominata *The Merge*) ammontano a 58,3 TWh, equiparabili al consumo energetico annuale della Svizzera (U.S. Energy Information Administration, 2021), il che si traduce in un'impronta ecologica di 27,5 MtCO₂e⁶⁶ (Neumüller, 2023), rapportabile alle

⁶⁴ Per blockchain Layer 2 si intende un protocollo costruito sull'infrastruttura di una blockchain madre Layer 1 (ad esempio Bitcoin o Ethereum), per migliorarne l'efficienza e la scalabilità. Mentre il Layer 1 fornisce la struttura di sicurezza fondamentale, i Layer 2, operando esternamente, ottimizzano il processo di transazione, consentendo un maggior numero di transazioni al secondo e riducendo il sovraccarico sulla rete principale (Wade, 2023).

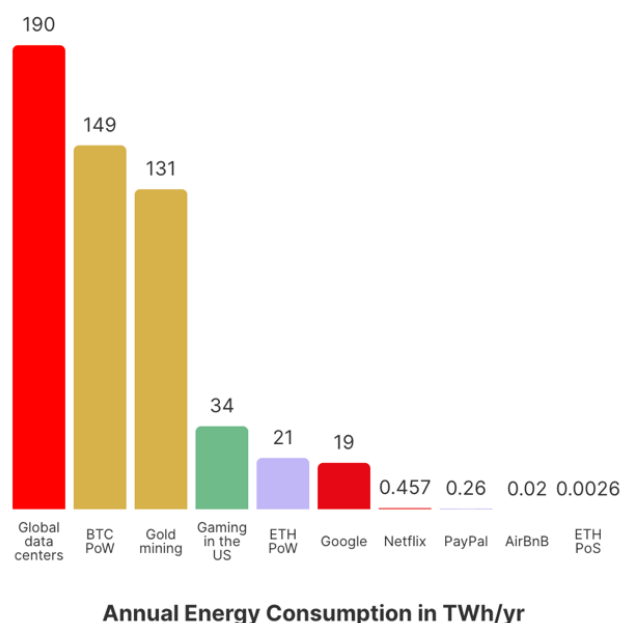
⁶⁵ Consultabili su <https://ccaf.io/cbnsi/ethereum/1>

⁶⁶ La CO₂ equivalente (CO₂e) è un'unità di misura utilizzata per esprimere l'impatto dei diversi gas serra (GHG, sigla che corrisponde all'inglese *greenhouse gases*) sul riscaldamento globale in termini di quantità di CO₂ ad essi equivalente (Spada & Caprarelli, 2022).

emissioni annuali dell’Honduras (27.67 MtCO₂e) e del Libano (28.87 MtCO₂e) (Climate Watch, 2020).

Durante il 2022, al 14 settembre (il giorno prima del Merge), Ethereum aveva già utilizzato 17,6 TWh di energia (8,34 MtCO₂e), e secondo le previsioni avrebbe concluso l'anno con un consumo di ben 21,4 TWh (10,26 MtCO₂e), paragonabili alle emissioni annuali dell’Armenia. Successivamente all’anticipata introduzione del PoS, ufficializzata il 15 settembre 2022, i consumi si sono virtualmente azzerati, con una stima annuale del 2023 pari a 5,85 GWh, ovvero 0,00585 TWh (2,92 KtCO₂e, o 0,00292 MtCO₂e), una riduzione del 99,99% rispetto ai consumi pre-Merge dell’anno precedente, equivalente allo 0,2% del consumi energetici globali (Ashraf, 2022); come mostrato in Figura 17, il consumo energetico attuale di Ethereum è circa 50 volte inferiore a di quello di PayPal e 100 volte inferiore a quello di Netflix.

Figura 17 - Annual energy consumption in TWh (immagine tratta da Ethereum Blog; basata sui dati del *Cambridge Blockchain Network Sustainability Index*).



Sulla base dell’analisi si evince dunque che da un punto di vista puramente tecnologico, l’insostenibilità ambientale che per anni ha caratterizzato Ethereum e l’ecosistema NFT sia ormai superata. Tuttavia, nonostante l'adozione del PoS e l'introduzione di Layer 2 abbiano segnato un momento di svolta nel ridimensionarne la sostenibilità tecnologica, è fondamentale riconoscere l’impatto storico: la sua impronta ecologica permane; le 27,5 MtCO₂e rilasciate durante l’era pre-Merge sono un debito che non sarà facile ricolmare.

La transizione verso una piena sostenibilità è dunque complessa e richiede una visione a lungo termine, con azioni che vadano oltre il mero ambito tecnologico. A tal proposito, sono emerse numerose iniziative volte a mobilitare il settore verso pratiche sostenibili, promuovendo casi d’uso concreti delle tecnologie Web3 non solo per perseguire la neutralità carbonica a livello di industria, ma anche per fornire un contributo decisivo e scalabile nella lotta al cambiamento climatico.

In questo caso le emissioni GHG sono espresse in milioni di tonnellate di CO₂ equivalente (MtCO₂e).

La sfida consiste nell'andare oltre la semplice mitigazione delle emissioni, per promuovere un modello di sviluppo eco-compatibile che sia replicabile ed efficace su scala globale. Di particolare interesse ai fini dell'elaborato sono il *Crypto Climate Accord*⁶⁷ (CCA), la *Crypto Sustainability Coalition*⁶⁸ (CSC) e la *Climate Ledger Initiative*⁶⁹ (CLI).

Redatto sulla falsa riga dell'Accordo di Parigi⁷⁰, il *Crypto Climate Accord* è un'iniziativa guidata dal settore privato con oltre 250 aderenti – tra cui aziende leader di settore come *CoinShares*, *Ripple* e *Tezos* – che mira a ridurre l'impronta ecologica dell'industria delle criptovalute in toto.

L'accordo si prefigge di convertire l'energia utilizzata dalle blockchain in fonti rinnovabili entro il 2030 e di raggiungere un bilancio di emissioni nette pari a zero entro il 2040 attraverso il finanziamento di progetti di decarbonizzazione. Inoltre, l'accordo ambisce a creare uno standard open-source per quantificare in modo uniforme le emissioni dell'industria crypto, nonché per attestare l'utilizzo di energie rinnovabili di ogni blockchain.

Lanciata a settembre 2022, la *Crypto Sustainability Coalition* è un'iniziativa del *World Economic Forum* (WEF) che si propone di valorizzare l'uso di tecnologie blockchain per promuovere un'azione climatica efficace; facendo capo a principi quali la cooperazione e la democratizzazione della proprietà, si prefigge l'obiettivo di colmare il divario tra i sistemi di sostenibilità tradizionali e quelli emergenti, supportando le comunità più vulnerabili agli impatti del cambiamento climatico.

La CSC è guidata da 30 partner tra il settore pubblico e privato, tra cui *Accenture*, *Avalanche*, *eToro*, *Ripple* e *Solana*.

Similmente, la *Climate Ledger Initiative*, ente gestito da INFRAS e dalla *Gold Standard Foundation* e supportato dalla Direzione Svizzera dello sviluppo e della cooperazione (DSC), mira a sfruttare tecnologie digitali innovative, come l'Internet of Things (IoT), l'Intelligenza Artificiale (AI), il telerilevamento e la blockchain, per accelerare l'azione climatica in conformità con l'Accordo di Parigi e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile⁷¹ (*Sustainable Development Goals*, SDGs).

La CLI opera, infatti, sotto la convinzione che le tecnologie blockchain siano strumentali per aprire la strada a nuovi approcci per la mitigazione del cambiamento climatico, migliorando le protezioni contro le frodi nell'attuazione dell'Accordo di Parigi, in quanto tali tecnologie permetterebbero un tracciamento delle emissioni più trasparente.

La proliferazione di iniziative simili non solo denota un crescente impegno ambientale del settore Web3, ma è inoltre espressione tangibile di un movimento più ampio che prende il

⁶⁷ Consultabile su cryptoclimate.org

⁶⁸ Consultabile su <https://www.weforum.org/press/2022/09/new-crypto-sustainability-coalition-to-investigate-potential-of-web3-technologies-in-fighting-climate-change/>

⁶⁹ Consultabile su climateledger.org

⁷⁰ L'Accordo di Parigi è uno strumento giuridicamente vincolante adottato da 195 paesi durante la COP21 (XXI Conferenza delle Parti dell'UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*) ed entrato in vigore il 4 novembre 2016. Stabilisce l'obiettivo di limitare ben al di sotto di 2 °C il riscaldamento medio globale rispetto al periodo preindustriale, puntando ad un aumento massimo pari a 1,5 °C. Mira, dunque, a orientare i flussi finanziari verso uno sviluppo a basse emissioni di gas serra, migliorando la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici.

Per un approfondimento maggiore si rimanda al documento ufficiale, consultabile sul sito dell'UNFCCC al seguente link: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

⁷¹ Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) sono un insieme di 17 obiettivi globali definiti dall'Organizzazione delle Nazioni Unite nel 2015, con l'intento di guidare il mondo verso uno sviluppo equo e sostenibile entro il 2030, indirizzando sfide globali relative a questioni ambientali, sociali ed economiche.

Per un approfondimento maggiore si rimanda al seguente link: <https://sdgs.un.org/goals>

nome di *finanza rigenerativa* (ReFi, Regenerative Finance), volto alla ristrutturazione del tradizionale modello economico in favore dell'ideale di economia circolare; il seguente paragrafo è dunque dedicato ad approfondire le dinamiche che caratterizzano questo nuovo paradigma economico che opera a cavallo tra l'azione climatica e le comunità Web3.

2.2.2 - Cos'è la finanza rigenerativa (ReFi)

La finanza rigenerativa (ReFi) rappresenta un nuovo movimento nello spazio Web3 che combina i principi della finanza decentralizzata⁷² (DeFi, Decentralized Finance) con quelli dell'economia rigenerativa⁷³ (Grasmann, 2022).

Concretamente mira a riconciliare il modello economico tradizionale – basato sull'estrazione di valore a discapito degli ecosistemi – con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs), ponendo particolare attenzione alla lotta contro il cambiamento climatico per rigenerare l'ambiente e le comunità maggiormente impattate.

La finanza rigenerativa costituisce, dunque, una *call to action* per rispondere al fallimento delle istituzioni e dei mercati tradizionali nell'indirizzare le esternalità negative dovute alle emissioni di gas serra, nonché l'inefficienza nell'allocazione di risorse dedicate all'azione climatica; ciò evidenzia la necessità di una maggiore responsabilizzazione politica da parte degli organi legislativi vigenti, affinché vengano stabilite normative chiare a supporto di tali iniziative (Cheikosman, 2022).

In tal senso, si stanno già facendo dei passi in avanti: l'8 settembre 2022 è stato pubblicato un report⁷⁴ dell'Ufficio per le politiche scientifiche e tecnologiche della Casa Bianca (*Office of Science and Technology Policy, OSTP*) sulle implicazioni climatiche ed energetiche degli asset crypto negli Stati Uniti, in cui viene espressamente dichiarato l'interesse della nazione americana per un'innovazione finanziaria responsabile, evidenziando la necessità di un dibattito approfondito sul potenziale applicativo delle tecnologie Web3 a supporto del monitoraggio e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico.

Essendo ancora nelle sue prime fasi, il movimento ReFi è ad oggi estremamente acerbo e pertanto non è possibile misurarne l'impatto effettivo; ciononostante, sono sempre di più i progetti che aderiscono alla causa nel tentativo di riformare, dove possibile, i modelli estrattivi tradizionali.

La lotta globale contro il cambiamento climatico è in gran parte un problema di coordinamento, secondo cui investimenti e politiche di attuazione non vengono allocati e applicate coerentemente con lo stato di emergenza in cui si trova il pianeta, ed è proprio in tale contesto che subentra il potenziale delle tecnologie Web3; grazie a proprietà intrinseche quali la trasparenza e l'accessibilità, permettono un efficientamento del coordinamento delle risorse e del *know-how* partendo dal basso, dagli attori locali, in modo che siano questi a guidare le politiche e i finanziamenti dove necessario.

A tal proposito, numerose iniziative ReFi si basano sui principi della tokenomica⁷⁵ (*tokenomics*) e della governance decentralizzata, avvicinando, così, le tecnologie Web3 al

⁷² La DeFi è un sistema finanziario alternativo volto alla democratizzazione dei beni e dei servizi finanziari, che non necessita di intermediari quali banche ed exchange in quanto opera su un'infrastruttura blockchain (principalmente Ethereum) attraverso l'esecuzione di smart contract.

⁷³ L'economia rigenerativa, la cui origine può essere rintracciata in una serie di discipline e filosofie che abbracciano principi di sostenibilità, ecologia, economia circolare e design sistemico, è un modello economico che si concentra non solo sulla riduzione dei danni all'ambiente, ma anche sulla rigenerazione attiva di ecosistemi e comunità (Fath et al., 2019).

⁷⁴ Consultabile su <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/09/09-2022-Crypto-Assets-and-Climate-Report.pdf>

⁷⁵ Per tokenomica (neologismo sincratico derivante dalla fusione delle parole "token" ed "economia") si intende lo studio delle strutture di incentivo e dei meccanismi economici alla base dei token digitali e delle criptovalute,

mondo della governance climatica, “volta – appunto – a indirizzare i regimi sociali verso la prevenzione, la mitigazione o l'adattamento ai rischi posti dal cambiamento climatico” (Jagers & Stripple, 2003).

In conclusione, “il movimento ReFi rappresenta uno spazio per innovatori, creativi e ambientalisti per ridefinire l'azione climatica a un ritmo non ostacolato dalla burocrazia e dalla politicizzazione caratteristiche dei sistemi tradizionali” (Cheikosman, 2022).

L'elaborato si propone, dunque, di rispondere alla call to action lanciata, con lo scopo di dimostrare come le tecnologie Web3 possano offrire un approccio efficace e scalabile per affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico; esplorando l'intersezione tra sostenibilità e tecnologia, si intende, inoltre, evidenziare il potenziale delle piattaforme decentralizzate nel catalizzare azioni concrete per il clima, promuovendo al contempo inclusione finanziaria e trasparenza.

In ultima analisi, la tesi si propone di dare visibilità al movimento ReFi nella speranza che possa ispirare ulteriori ricerche e iniziative volte all'avanzamento della causa.

concentrandosi, in particolare, sull'analisi delle logiche e dei modelli che ne determinano la creazione, l'emissione, la distribuzione, la valutazione e l'utilizzo all'interno di ecosistemi blockchain. In tal senso, la tokenomica si erge come disciplina fondamentale per lo sviluppo e il successo delle piattaforme basate su tecnologie Web3 (Maldonado, 2019).

2.3 - Progetti di decarbonizzazione

A questo punto è stata individuata un'area d'interesse su cui concentrare lo sforzo progettuale: in particolare, si è scelto di indagare l'ambito dei progetti di decarbonizzazione (ovvero progetti volti alla mitigazione del cambiamento climatico), con l'idea di sfruttare le tecnologie Web3 per reindirizzare risorse economiche nella loro realizzazione; sulla base di quanto emerso durante l'analisi contestuale, si ritiene che questo costituisca un campo di applicazione fertile e dal potenziale inespresso.

2.3.1 - Cosa si intende per decarbonizzazione

Per decarbonizzazione si intende un insieme di strategie e interventi volti a mitigare l'azione del cambiamento climatico, principalmente attraverso la diminuzione delle emissioni di gas serra o il miglioramento dei pozzi di carbonio⁷⁶ (*carbon sinks*). Questo approccio si distingue dall'adattamento ai cambiamenti climatici, incentrandosi piuttosto sull'attenuazione delle cause alla radice per prevenirne o limitarne gli effetti a lungo termine. L'obiettivo ultimo della decarbonizzazione consiste, dunque, nel sostenimento degli ecosistemi per tutelare la civiltà umana.

La decarbonizzazione comprende un ampio ventaglio di pratiche tra cui l'efficientamento energetico, la mobilità sostenibile, il rafforzamento delle politiche ambientali e la rimozione dell'anidride carbonica⁷⁷ (CDR, *Carbon dioxide removal*).

Esempi concreti di mitigazione comprendono lo sviluppo e l'adozione di fonti di energia sostenibile, come l'energia solare, eolica, idroelettrica e geotermica (rinnovabili), e l'energia nucleare (non rinnovabile), che offrono alternative pulite ai combustibili fossili; o ancora, l'ottimizzazione del consumo energetico negli edifici, nei mezzi di trasporto e nei processi industriali.

La riforestazione e la preservazione forestale costituiscono un altro pilastro della mitigazione dei cambiamenti climatici. Le foreste agiscono, infatti, come pozzi di carbonio, assorbendo CO₂ durante il processo di fotosintesi. La promozione di interventi di riforestazione e la preservazione forestale contribuiscono non solo alla rimozione della CO₂ presente in atmosfera, ma anche alla conservazione della biodiversità e alla protezione dei servizi ecosistemici⁷⁸.

In ambito agricolo, pratiche quali l'agricoltura conservativa, l'utilizzo di fertilizzanti a basso impatto e la diversificazione delle colture possono ridurre le emissioni di gas serra quali il metano e il protossido di azoto.

⁷⁶ I pozzi di carbonio costituiscono dei depositi di carbonio naturali o artificiali in grado di assorbire più anidride carbonica (CO₂) dall'atmosfera di quanta ne rilascino; in questo modo contribuiscono a ridurre la concentrazione di gas serra per contrastare il riscaldamento globale (Lal & Follett, 2009). Pozzi di carbonio naturali sono la vegetazione, il suolo e gli oceani. Oltre ai pozzi naturali, esistono anche approcci tecnologici, come la cattura e il sequestro del carbonio (CCS), che mira a confinare la CO₂ generata dai processi industriali, stoccandola in formazioni geologiche sotterranee.

⁷⁷ Per rimozione dell'anidride carbonica si intende un insieme di tecnologie e metodi volti alla rimozione della CO₂ direttamente dall'atmosfera, immagazzinandola in pozzi di carbonio quali il suolo, gli oceani o formazioni geologiche sotterranee (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021).

⁷⁸ I servizi ecosistemici (dall'inglese *ecosystem services*) vengono definiti come i beni e i servizi forniti dagli ecosistemi al genere umano (Troy & Bagstad, 2009). Comprendono benefici quali l'impollinazione naturale delle colture, l'aria pulita, la mitigazione degli eventi meteorologici estremi, la decomposizione dei rifiuti e il benessere mentale e fisico umano.

Sul fronte delle politiche ambientali esistono accordi internazionali, quali il sopracitato Accordo di Parigi, che mirano a coordinare su scala globale gli sforzi di mitigazione, stabilendo obiettivi condivisi per la riduzione delle emissioni in modo da promuovere la cooperazione tra i paesi; purtroppo, però, si procede ancora a rilento: nell'*Emissions Gap Report 2023*⁷⁹ "*Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*" (Disco rotto – Le temperature raggiungono nuovi massimi, ma il mondo non riesce a ridurre le emissioni (di nuovo)), l'UNEP mette in luce la drammatica realtà che ci spetta.

Il rapporto sottolinea che, nonostante la crescente frequenza di catastrofi climatiche, gli sforzi di mitigazione continuano ad essere insufficienti: le proiezioni basate sulle politiche attuali rivelano, infatti, che ci stiamo dirigendo verso un aumento della temperatura globale media di 2,5-2,9°C rispetto ai livelli preindustriali; per rialinearci con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi di 1,5-2°C, le emissioni previste per il 2030 dovrebbero essere ridotte rispettivamente del 42-28%.

Si tratta di obiettivi quasi utopici; secondo le politiche attuali, infatti, gli NDC⁸⁰ incondizionati e condizionati per il 2030 sono stimati ridurre le emissioni globali solamente del 2% e del 9% rispettivamente.

Ciò non significa che dalla stipulazione dell'accordo non siano mai stati registrati progressi, ma l'impegno climatico dimostrato fino ad ora è chiaramente incompatibile con gli obiettivi prefissati.

Secondo l'*International Institute for Sustainable Development* (IISD), infatti, nel 2022 i paesi del G20 hanno speso la cifra record di 1,4 trilioni di dollari in sussidi all'industria dei combustibili fossili, nonostante l'anno precedente, durante il vertice sui cambiamenti climatici COP26 di Glasgow, ne avessero concordato l'eliminazione progressiva.

Risulta evidente che solo una rivisitazione significativa degli NDC permetterà, dunque, di soddisfare le aspettative delineate nel 2015 – anno in cui sono stati concordati gli obiettivi dell'Accordo di Parigi.

Ulteriori ritardi nell'azione climatica si tradurrebbero in un aumento esponenziale nella nostra dipendenza futura da interventi di rimozione dell'anidride carbonica.

⁷⁹ L'*Emissions Gap Report* (rapporto sul divario delle emissioni) è un rapporto annuale pubblicato dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) volto a quantificare la discrepanza tra l'andamento delle emissioni di gas serra globali attuali, in relazione a quelle attese per limitare l'aumento della temperatura globale entro i parametri concordati nell'Accordo di Parigi.

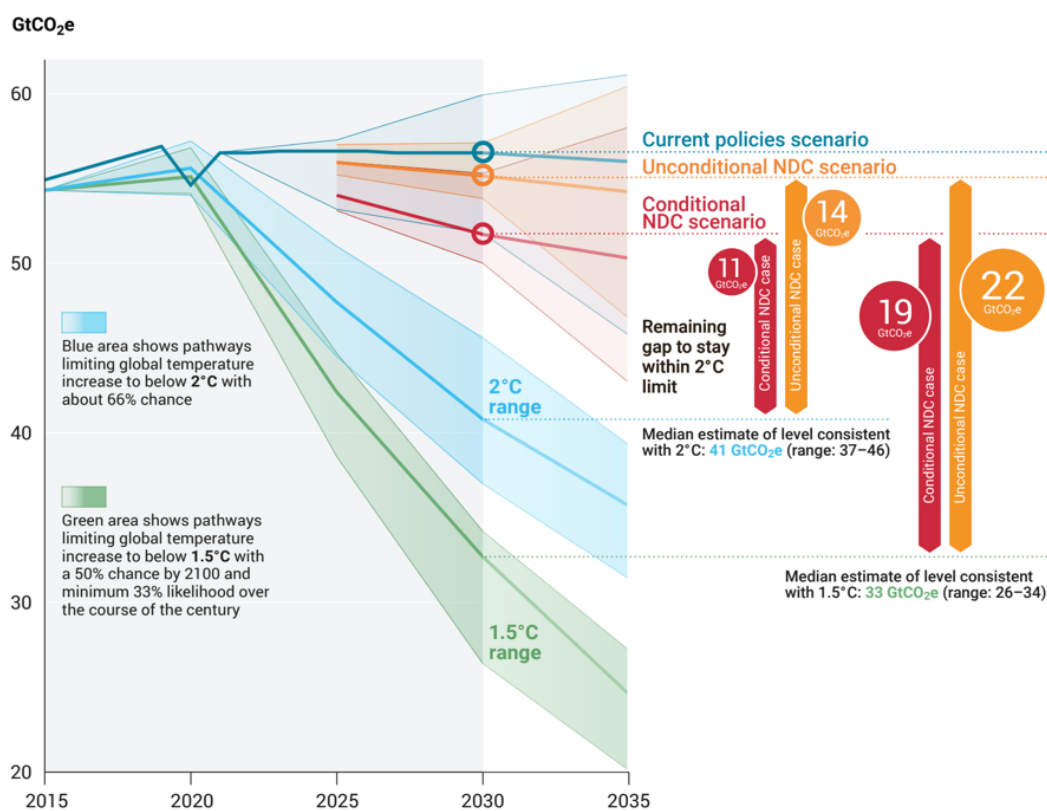
Per consultare il report del 2023 si rimanda al seguente link:

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43922/EGR2023.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

⁸⁰ Gli NDC (*Nationally Determined Contributions*, ovvero "contributi determinati a livello nazionale"), sono piani nazionali non vincolanti volti a delineare gli impegni che i paesi prendono in risposta ai cambiamenti climatici come contributo per raggiungere gli obiettivi stabiliti dall'Accordo di Parigi.

Si differenziano in incondizionati e condizionati: gli NDC incondizionati riflettono le azioni che un paese intende intraprendere utilizzando le proprie risorse; contrariamente, gli NDC condizionati includono gli obiettivi e le azioni che sono dipendenti dalla collaborazione e dall'assistenza internazionale. Tale distinzione consente ai paesi – in particolare a quelli in via di sviluppo con risorse limitate – di delineare chiaramente quali azioni possono essere attuate autonomamente e quali richiederebbero un supporto esterno, promuovendo così una maggiore collaborazione e solidarietà internazionale nella lotta contro il cambiamento climatico. La maggior parte degli NDC sono di natura condizionale (Taibi et al., 2020).

Figura 18 - Diversi scenari di emissioni globali di gas serra tra il 2030 e il 2035 (immagine tratta dall'Emissions Gap Report 2023).



Gli effetti del cambiamento climatico sono, ormai, sotto gli occhi di tutti, con conseguenze sproporzionate per le comunità e i paesi dal minor contributo storico di emissioni. In tal senso, “i paesi con maggiori risorse e responsabilità per le emissioni – in particolar modo quelli ad alto reddito e ad alte emissioni del G20 – dovranno – dunque – intraprendere azioni maggiormente ambiziose e decise, fornendo supporto finanziario e tecnico ai paesi in via di sviluppo” (UN Environment Programme, 2023).

Anche le politiche nazionali e locali, quali le tasse sul carbonio⁸¹ (*carbon tax*), i regolamenti sulle emissioni e gli incentivi per le energie rinnovabili, dovranno giocare un ruolo cruciale nell'orientare economie e società verso un futuro a basse emissioni.

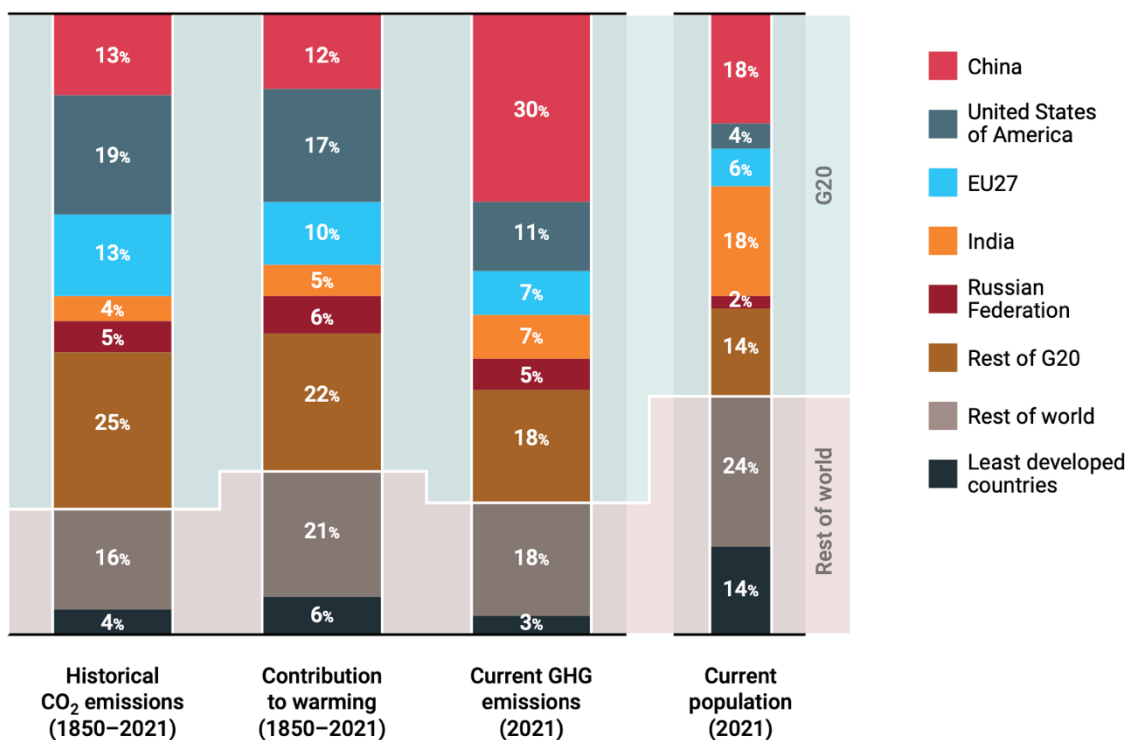
Purtroppo, però, come dimostrato dall'ennesima disfatta illustrata nell'Emissions Gap Report dello scorso anno, la continuata inadeguatezza delle politiche climatiche non fa ben sperare, il che rende ora più che mai necessario promuovere un'azione dal basso verso l'alto, non solo nell'ottica di generare esternalità positive, ma anche per lanciare un messaggio che possa esortare a un'azione politica più convincente.

La decarbonizzazione richiederà, pertanto, un impegno collettivo e multidisciplinare, che integri tecnologia, politica, economia, finanza e cambiamenti comportamentali; solo attraverso un approccio olistico e cooperativo – che comprenda, dunque, anche il

⁸¹ Tassa fissata dal governo sui prodotti energetici che emettono diossido di carbonio nell'atmosfera; si tratta di un esempio di tributo ambientale (ecotassa), calcolato in base alla quantità di inquinante generato (Treccani, 2012).

coinvolgimento individuale – sarà possibile affrontare efficacemente una delle sfide più complesse e urgenti del nostro tempo.

Figura 19 - Contributo attuale e storico al cambiamento climatico (immagine tratta dall'Emissions Gap Report 2023).



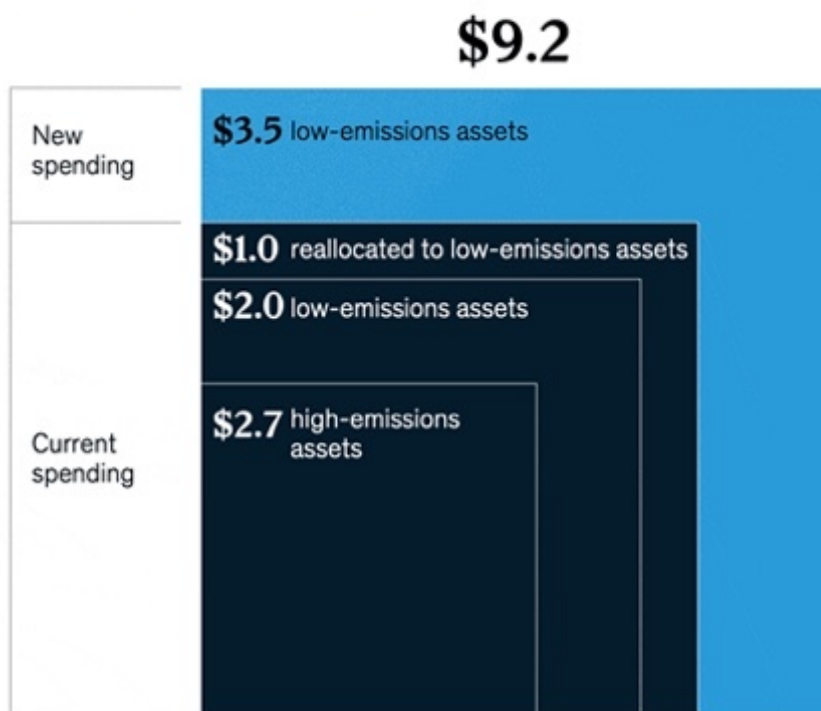
2.3.2 - Donazioni individuali e modalità di finanziamento

Come illustrato nel paragrafo precedente, è necessario accelerare significativamente gli sforzi di mitigazione del cambiamento climatico. Secondo un'analisi condotta da *McKinsey & Company*⁸², infatti, per raggiungere uno stato di neutralità carbonica entro il 2050 sarà necessaria una trasformazione economica radicale: i modelli di previsione suggeriscono che gli investimenti allocati nella decarbonizzazione dovranno aumentare del 60% circa, il che comporta un aumento di 3,5 trilioni di dollari annuali, per un totale di 9,2 trilioni l'anno (Figura 20); anche secondo le previsioni più ottimistiche, che tengono in conto il rispetto delle politiche di mitigazione per come attualmente legiferate, l'aumento minimo corrisponderebbe a un 1 trilione di dollari (Krishnan et al., 2022).

In tal senso, le donazioni individuali giocano un ruolo fondamentale; oltre al contributo effettivo nel finanziamento di progetti, possono, infatti, aiutare a catalizzare investimenti ingenti da parte dei governi e del settore privato.

⁸² Consultabile su <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring>

Figura 20 - Aumento di investimenti previsti per raggiungere uno stato di neutralità carbonica entro il 2050 (immagine tratta dal report di *McKinsey & Company* sopracitato).



Secondo un report di *ClimateWorks Foundation*⁸³, nel 2022 le donazioni individuali globali hanno ammontato a 502 miliardi di dollari; di questi, solo 7,8 miliardi circa sono stati indirizzati al finanziamento di progetti di decarbonizzazione, per una quota abbondantemente al di sotto del 2% delle donazioni totali⁸⁴, evidenziando nuovamente quanto il problema sia relegato in secondo piano rispetto ad altre questioni sociali. Ovviamente tale asserzione non è volta a sminuire le altre cause, ma piuttosto a porre l'attenzione su come continuare a trascurare la crisi climatica andrà ad aggravare drasticamente il resto: lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte glaciali, con conseguente innalzamento del livello dei mari ed erosione delle coste, eventi climatici sempre più estremi, come ondate di calore, siccità, incendi, acquazzoni e inondazioni, sono solo alcuni degli effetti del cambiamento climatico che avranno (e che stanno già avendo) ripercussioni catastrofiche sulla salute del pianeta – come la perdita di biodiversità – e la nostra società – si pensi a rifugiati ambientali⁸⁵, carestie, guerre e perdita economica.

Ciò non solo evidenzia la necessità di incrementare i finanziamenti, ma, soprattutto, di assicurarsi che vengano allocati nel modo più efficace possibile.

⁸³ Consultabile su <https://content.climateworks.org/funding-trends-2023>

⁸⁴ Le cifre relative alle donazioni individuali sono stime basate su dati raccolti dal 2018 al 2022. La ricerca di dimensionamento del mercato è stata realizzata da *Barton Consulting* e *Wealth-X*; come prassi standard, la stima di dimensionamento del mercato non include le donazioni su larga scala (ad esempio donazioni realizzate da magnati tramite fondazioni). Il valore di 7,8 miliardi di dollari rappresenta la stima media delle donazioni individuali per la mitigazione del cambiamento climatico (Desanlis et al., 2023).

⁸⁵ Si stima che entro il 2050 la popolazione globale supererà la soglia di 9,9 miliardi di abitanti; nello stesso arco temporale, l'intensificazione dei disastri naturali porterà oltre un miliardo di rifugiati ambientali, con conseguenti migrazioni di massa a pesare sui sistemi economici e sulle strutture sociali (Bradshaw et al., 2021).

Si prenda, dunque, in esame il caso inerente al *Verified Carbon Standard (VCS)*: il VCS è uno standard internazionale per la certificazione dei crediti di carbonio⁸⁶ amministrato dall'organizzazione non profit americana *Verra*; attualmente si tratta dello standard leader a livello globale per il mercato volontario del carbonio⁸⁷ (*Voluntary Carbon Market, VCM*), approvando il 75% dei crediti totali in circolazione, per un'emissione cumulativa superiore al miliardo di crediti (Greenfield, 2023a).

Secondo un'indagine⁸⁸ realizzata da *The Guardian* in collaborazione con *Die Zeit* e *SourceMaterial* pubblicata il 18 gennaio 2023, circa il 94% dei crediti relativi ai progetti di protezione forestale REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) certificati da *Verra* – che costituiscono il 40% dei crediti totali emessi dall'ente – sono privi di valore, in quanto non hanno contribuito in alcun modo alla riduzione di emissioni (Figura 21).

In risposta all'indagine, *Verra* ha dichiarato che avrebbe sostituito il processo di certificazione entro luglio 2025, introducendo regole più stringenti. Nel frattempo, però, l'organizzazione americana rimane fedele alle metodologie attuali; nonostante gli stessi autori ne abbiano riconosciuto la natura fallata, continua ad esporsi a mettere in circolazione decine di milioni di crediti di carbonio senza valore (Greenfield, 2023b).

⁸⁶ I crediti di carbonio sono strumenti finanziari trasferibili volti a certificare la riduzione, la prevenzione o la rimozione di una tonnellata di CO₂e, consentendo a entità come governi, aziende o individui di compensare le proprie emissioni di gas serra sostenendo progetti di decarbonizzazione.

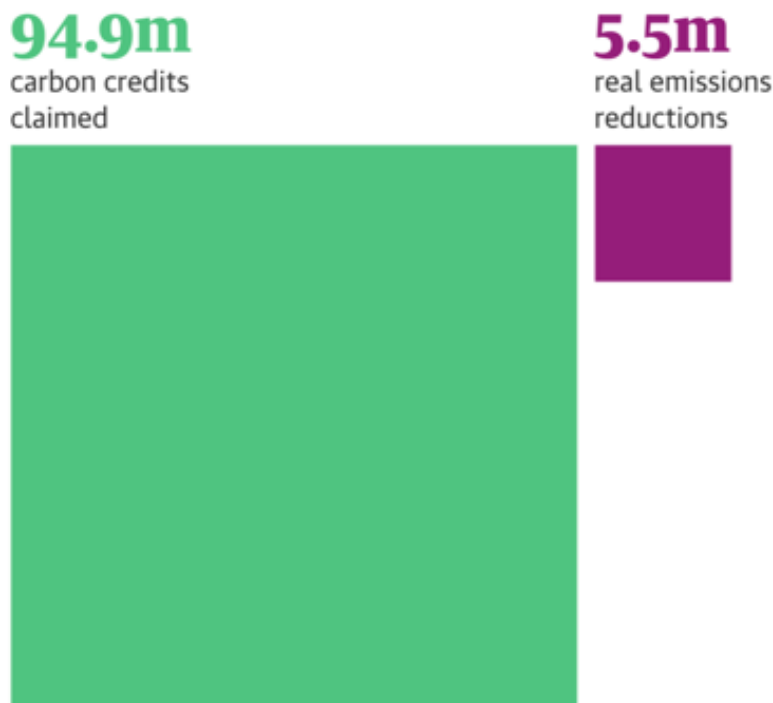
Attraverso l'acquisto di crediti di carbonio, è, dunque, possibile compensare una data quantità delle proprie emissioni senza necessariamente alterare il proprio stile di vita o le proprie pratiche aziendali. Per molti, questo aspetto rappresenta una falla fondamentale, in quanto non fa altro che spostare il problema, alimentando la nozione secondo cui basti pagare una "tassa" per poter continuare a inquinare (Bland, 2022). In tal senso, è importante che i crediti di carbonio vengano utilizzati in modo complementare agli sforzi di riduzione diretta delle proprie emissioni, onde evitare di incorrere nel rischio di *greenwashing*.

⁸⁷ Per *Voluntary Carbon Market (VCM)* si intende un mercato dei crediti di carbonio che permette ad aziende e individui di compensare, volontariamente, le proprie emissioni di CO₂; vengono utilizzati, dunque, per raggiungere obiettivi autoimposti di riduzione della propria impronta ecologica.

Si contrappone al mercato di conformità (*compliance market*), che consente alle aziende di determinati settori di acquistare diritti di emissione in modo da poter rispettare limiti imposti da governi e istituzioni (Modelli, 2024). Attualmente il mercato volontario del carbonio copre "solo" l'1% circa dei contributi determinati a livello nazionale (NDC, rimando alla nota 80) per il 2030; tuttavia si tratta di un mercato in crescita: tra il 2017 e il 2021 il numero di crediti di carbonio emessi dal VCM è più che triplicato, arrivando a un valore di oltre 2 miliardi di dollari (Ecosystem Marketplace, 2022).

⁸⁸ L'indagine si è basata su tre studi sottoposti a revisione paritaria: uno condotto da un gruppo di ricercatori dell'Università di Cambridge e gli altri due da un team di ricerca internazionale (Greenfield, 2023a).

Figura 21 - Asserzioni/stime di Verra a confronto con l'impatto reale dei progetti analizzati; i progetti analizzati hanno portato all'emissione di 95 milioni di crediti di carbonio, ma il loro impatto reale è stato equivalente a quello di soli 5,5 milioni, per un'inefficienza del 94% (immagine tratta da *The Guardian*).



L'inefficienza sistemica che caratterizza il mercato dei crediti di carbonio ha portato numerosi esperti di settore ad allontanarsi da questa modalità di finanziamento (Meyer, 2020) (Bland, 2022), incoraggiando un approccio più diretto attraverso donazioni che bypassino i filtri imposti dagli enti certificatori.

A questo punto, però, emerge un quesito fondamentale: esiste un numero indefinito di organizzazioni e iniziative volte alla mitigazione del cambiamento climatico, promuovendo politiche di sostenibilità, preservando ecosistemi, finanziando ricerche, ecc., e non tutte lo fanno in un modo efficace; in questo mare di opzioni, come si possono individuare le alternative migliori?

Come riportato nell'articolo *The Best Way to Donate to Fight Climate Change (Probably)* (2020) dal giornalista americano Robinson Meyer, creatore della newsletter *The Weekly Planet* di *The Atlantic*⁸⁹, questa costituisce una delle domande più frequenti poste dai lettori, evidenziando quanto il mondo dei finanziamenti per la decarbonizzazione sia complesso e inaccessibile per l'utente medio.

Nel tentativo di dare una risposta a questa domanda sono nati numerosi servizi, come *Giving Green* e *Founders Pledge*, che sulla falsa riga del movimento utilitaristico "altruismo efficace"⁹⁰ (*effective altruism*), cercano di utilizzare l'evidenza scientifica per identificare i

⁸⁹ Newsletter dedicata ad analizzare le realtà del cambiamento climatico.

⁹⁰ L'altruismo efficace è un movimento filantropico che mira a utilizzare la ricerca empirica per determinare i modi più efficaci di migliorare il mondo. Si differenzia da altre pratiche altruiste in quanto enfatizza il confronto analitico per valutare l'efficienza di diverse cause caritatevoli e organizzazioni benefiche, assicurandosi di massimizzare il rendimento delle donazioni in termini di positività e cambiamento generato (Singer, 2013).

progetti di decarbonizzazione più efficienti, andando così a ridurre le opzioni a un numero più facile da sondare.

Si tratta di strumenti particolarmente utili per chi si avvicina per la prima volta a questo mondo; detto questo, non sono esenti da limiti e problematiche.

Questo tipo di approccio tende, infatti, a privilegiare le cause e i progetti più facilmente misurabili e quantificabili, potenzialmente trascurando iniziative più impattanti ma complicate da valutare; stabilire l'efficacia di un'organizzazione esclusivamente sulla base di metriche quantitative può, dunque, portare a una “sovrasemplificazione” della complessità caratteristica di progetti quali azioni di design sistemico, tagliando fuori soluzioni innovative o sperimentali prive di una base di evidenza consolidata, ma che potrebbero avere risvolti futuri significativi.

Affidarsi unicamente al giudizio di un gruppo ristretto di persone potrebbe, inoltre, risultare in una centralizzazione troppo netta del potere decisionale, potenzialmente portando a prese di posizione aprioristiche.

Con questo non si vuole screditare servizi di questo tipo: anzi, è importante sottolineare il ruolo che possono avere nel promuovere una maggiore trasparenza e consapevolezza nel settore dei finanziamenti per la mitigazione del cambiamento climatico; al contempo, però, riconoscerne i limiti costituisce un'opportunità per individuare nuove aree di intervento e facilitare ulteriormente la scelta. D'altronde, come dimostrato dal caso Verra, anche standard di mercato soggetti a continue revisioni possono fallire nell'*assessment* degli impatti attesi.

Secondo Jennifer Rubenstein, professoressa di filosofia politica all'*Università della Virginia* che a più riprese ha trattato il tema dell'altruismo efficace, tale metodologia è più indicata per scartare le alternative meno efficienti piuttosto che il contrario.

Dunque, pur avendo a disposizione strumenti del genere, data la vastità di informazioni e nozioni che un individuo si trova a dover assimilare e processare, fare una scelta consapevole rimane tutt'ora un processo arduo e dispendioso in termini di tempo.

2.3.3 - Conclusione della ricerca: criticità e insight

Si può dunque concludere che l'appello all'azione climatica vada oltre il semplice aumento dei finanziamenti; a partire dalla ricerca emerge, infatti, un problema di inefficienza sistemica che richiede un approccio ancora più strategico e coordinato, così da garantire che gli investimenti e le politiche vengano allocati e applicati nel modo più efficace possibile.

L'analisi del mercato delle donazioni individuali ha delineato una realtà sconnessa, che nella caoticità che la contraddistingue genera confusione e smarrimento; se è pur vero che siano comparse piattaforme volte a fornire un “manuale d'intervento”, un esame approfondito ne rivela i limiti: in molti casi, infatti, non è possibile quantificare con esattezza l'impatto di una donazione, soprattutto quando si tratta di finanziare progetti innovativi o cause politiche, tagliando fuori a priori una buona fetta delle iniziative a disposizione. Inoltre, un approccio di questo tipo risulta suscettibile a una centralizzazione troppo netta del potere decisionale, portandosi dietro un alone di incertezza sulla genuinità delle proposte.

I donatori si trovano, dunque, a dover riesaminare una vasta quantità di informazioni dall'elevata complessità, il che richiede non solo un minimo di verticalità sull'argomento, ma soprattutto un dispendio di tempo spesso incompatibile con le disponibilità del singolo individuo; la mancanza di uno standard univoco per la rendicontazione degli impatti, nonché il fatto che le organizzazioni stesse potrebbero non attenersi a condividere dati completi o accurati sul proprio operato, sono solo alcuni degli elementi che contribuiscono a esacerbare ulteriormente il problema.

Si presenta, dunque, una realtà inibita dal fenomeno dell'asimmetria informativa⁹¹, dove i donatori si trovano spesso a dover fare scelte sulla base di informazioni difficilmente accessibili e potenzialmente incomplete.

A tal proposito, emerge la necessità di un confronto attivo, una sorta di consenso o riscontro condiviso che permetta ai singoli individui di fare scelte deliberate e guidate da un maggior senso di sicurezza, rivalorizzando la dimensione dell'assessment indipendente.

Sulla base di tali considerazioni e acquisita consapevolezza, si conclude la fase di ricerca, dando inizio quella progettuale.

⁹¹ Si fa riferimento alla discrepanza tra la quantità e la qualità delle informazioni disponibili per i donatori rispetto a quelle a disposizione dei destinatari dei finanziamenti o degli enti a gestione dei progetti di decarbonizzazione.

3. Progetto

3.1 - Obiettivi di progetto

3.1.1 - Obiettivi di progetto

Durante l'analisi del contesto sono emerse delle criticità ricorrenti che hanno portato all'individuazione di alcune aree di intervento; prima di procedere alla fase progettuale sono stati determinati degli obiettivi di progetto:

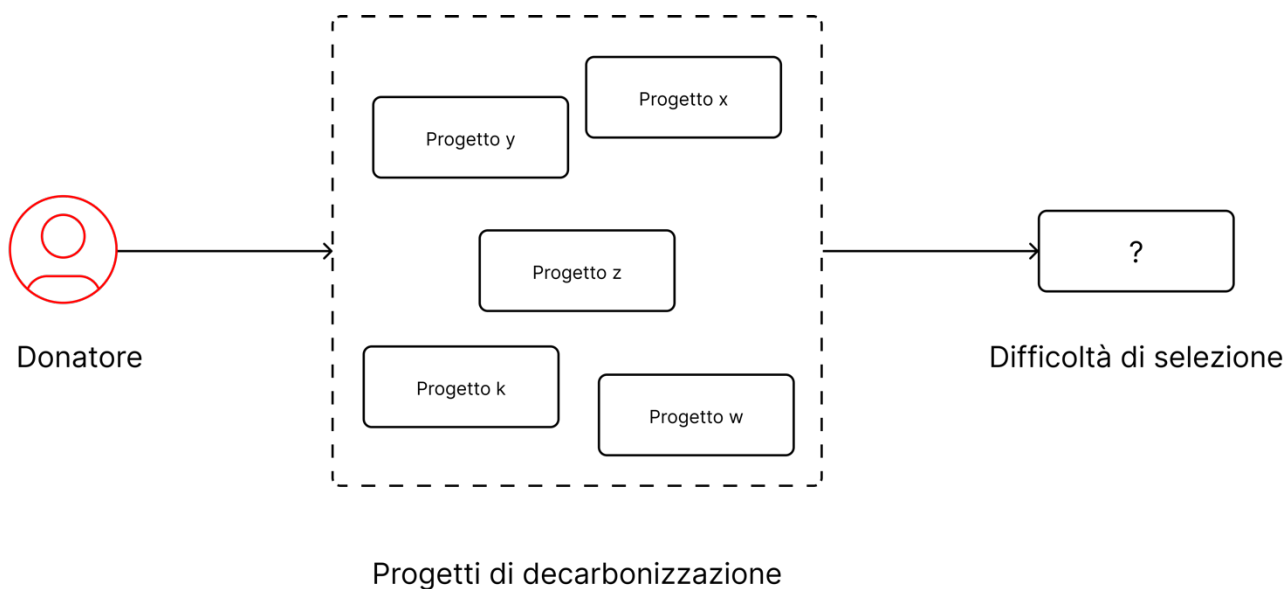
- 1. Facilitare il processo di ricerca e selezione dei progetti da finanziare per i singoli donatori:** la frammentarietà del mercato delle donazioni individuali, unita alla difficoltà di valutare il loro effettivo impatto, mette in luce la limitatezza degli attuali strumenti a disposizione dei donatori; acquisire una comprensione adeguata delle opportunità di finanziamento richiede, infatti, un impegno e un investimento di tempo non sempre sostenibili per il singolo individuo.
- 2. Incentivare il finanziamento di progetti di decarbonizzazione:** come evidenziato dal report di *ClimateWorks Foundation* (rimando alla nota 83), nel 2022 meno del 2% (~1,6%) delle donazioni individuali globali sono state indirizzate al finanziamento di progetti di decarbonizzazione, evidenziando come la crisi climatica sia tutt'ora relegata in secondo piano rispetto ad altre questioni sociali.
- 3. Ottimizzare il coordinamento dell'azione climatica seguendo un approccio più strategico:** la lotta globale contro il cambiamento climatico è principalmente un problema di coordinamento; per una mobilitazione di risorse adeguata, è necessaria un'azione sinergica, duttile e reattiva che trascenda i confini nazionali.

3.1.2 - Domanda di progetto

Sulla base degli obiettivi delineati, è stata articolata una domanda di progetto volta a guidare la definizione del concept:

in un contesto spesso governato da disinformazione e poca trasparenza, è difficile orientarsi e scegliere quali modalità utilizzare per supportare progetti di decarbonizzazione efficaci; come possono essere sfruttate le tecnologie Web3 per facilitare il processo di donazione per i singoli individui e catalizzare un'azione climatica più efficace?

Figura 22 - I singoli donatori si possono trovare in difficoltà nella scelta dei progetti da finanziare.

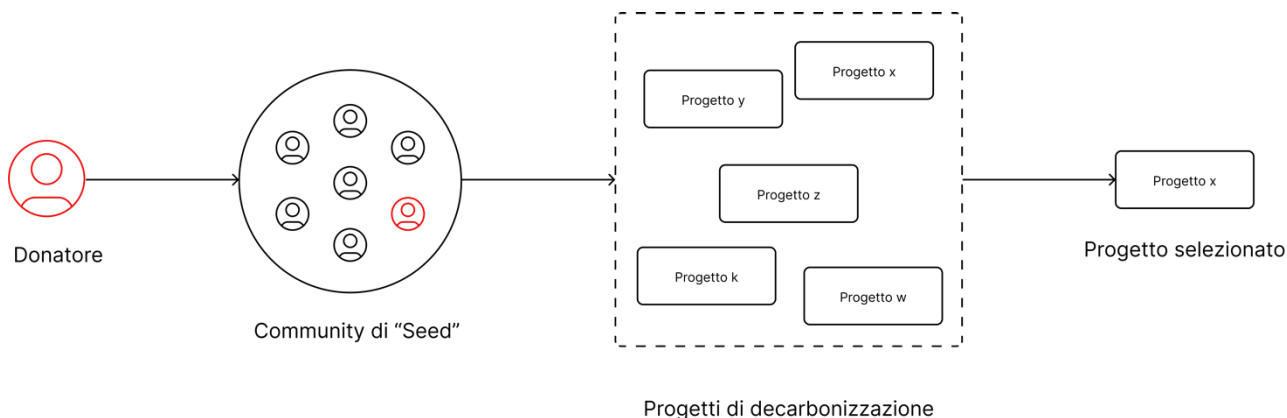


3.1.3 - Definizione del concept: Seed

In un contesto simile, diventa essenziale promuovere un dialogo aperto e costruttivo che favorisca la condivisione di esperienze e la maturazione di un consenso sulle pratiche più efficaci; tale approccio non solo aiuterebbe i donatori a compiere scelte più informate, ma contribuirebbe, inoltre, a una maggiore equità e democraticità nel processo di allocazione delle risorse per la lotta contro il cambiamento climatico.

Dunque, nasce Seed, una piattaforma decentralizzata che trasforma il processo di donazione in uno sforzo collaborativo, dove i donatori riuniscono risorse economiche in un fondo condiviso per scegliere collettivamente quali progetti di decarbonizzazione finanziare.

Figura 23 - Entrando nella community di Seed i donatori possono collaborare nella ricerca dei progetti maggiormente efficaci e scegliere collettivamente quali finanziare.



3.2 - Concept

L'utilizzo delle tecnologie Web3 offre una nuova prospettiva nel finanziamento dei progetti di decarbonizzazione, favorendo dinamiche di coinvolgimento comunitario. Questa direzione allinea, infatti, gli sforzi di mitigazione con l'innovazione tecnologica, aprendo la strada a un modello partecipativo di sostegno economico, dove ogni individuo può contribuire attivamente a guidare l'allocazione dei finanziamenti.

Di seguito, un approfondimento volto a delineare la struttura e il funzionamento del concept.

3.2.1 - Spiegazione del concept

Come anticipato precedentemente, Seed costituisce uno spazio collaborativo volto a valorizzare l'efficacia e l'integrità dei progetti di decarbonizzazione, puntando a massimizzare l'impatto delle donazioni, nonché a incentivare il loro finanziamento.

All'atto pratico il progetto si materializza in una piattaforma web decentralizzata supportata da una DAO (organizzazione autonoma decentralizzata), ovvero un'organizzazione la cui struttura e logica operativa sono codificate all'interno di smart contract iscritti sulla blockchain, e la cui governance è distribuita tra i partecipanti.

Come enunciato nella definizione del concept, lo scopo della piattaforma consiste nel trasformare il processo di donazione in uno sforzo collaborativo: i donatori riuniscono, dunque, risorse economiche in un fondo condiviso gestito dalla DAO, scegliendo collettivamente quali progetti di decarbonizzazione finanziare.

Per quanto riguarda il trasferimento di risorse economiche al fondo condiviso, sono previste due modalità.

Quando un utente interagisce per la prima volta con la piattaforma, sarà portato ad acquistare un NFT, che costituisce il governance token della DAO: si tratta di uno strumento che consente ai detentori di prendere parte alle decisioni governative e alla gestione delle risorse della DAO, garantendo diritti di voto, nonché la capacità di proporre e ratificare modifiche ai protocolli dell'organizzazione stessa; l'NFT agisce, dunque, come chiave d'accesso volta a sbloccare le funzionalità della piattaforma.

Il ricavato della vendita degli NFT viene indirizzato automaticamente al fondo condiviso della DAO tramite smart contract; questa costituisce la prima modalità di donazione.

Dal momento che nella struttura della DAO ogni NFT è equivalente a un voto, una volta che se ne entra in possesso, non sarà più possibile acquisirne di ulteriori. Tale meccanismo è volto a prevenire un'eccessiva concentrazione del potere decisionale nelle mani di coloro che dispongono di maggiori risorse finanziarie, evitando così le problematiche tipiche dei modelli plutocratici, e andando a preservare l'equilibrio democratico all'interno della DAO.

Non essendo abilitato l'acquisto di più di un NFT per utente, è prevista una seconda modalità di donazione, accessibile, appunto, solo da coloro che ne sono già in possesso: questi, potranno infatti contribuire direttamente al fondo della DAO tramite una sezione dedicata, scegliendo l'importo da versare ogniqualvolta lo desiderino.

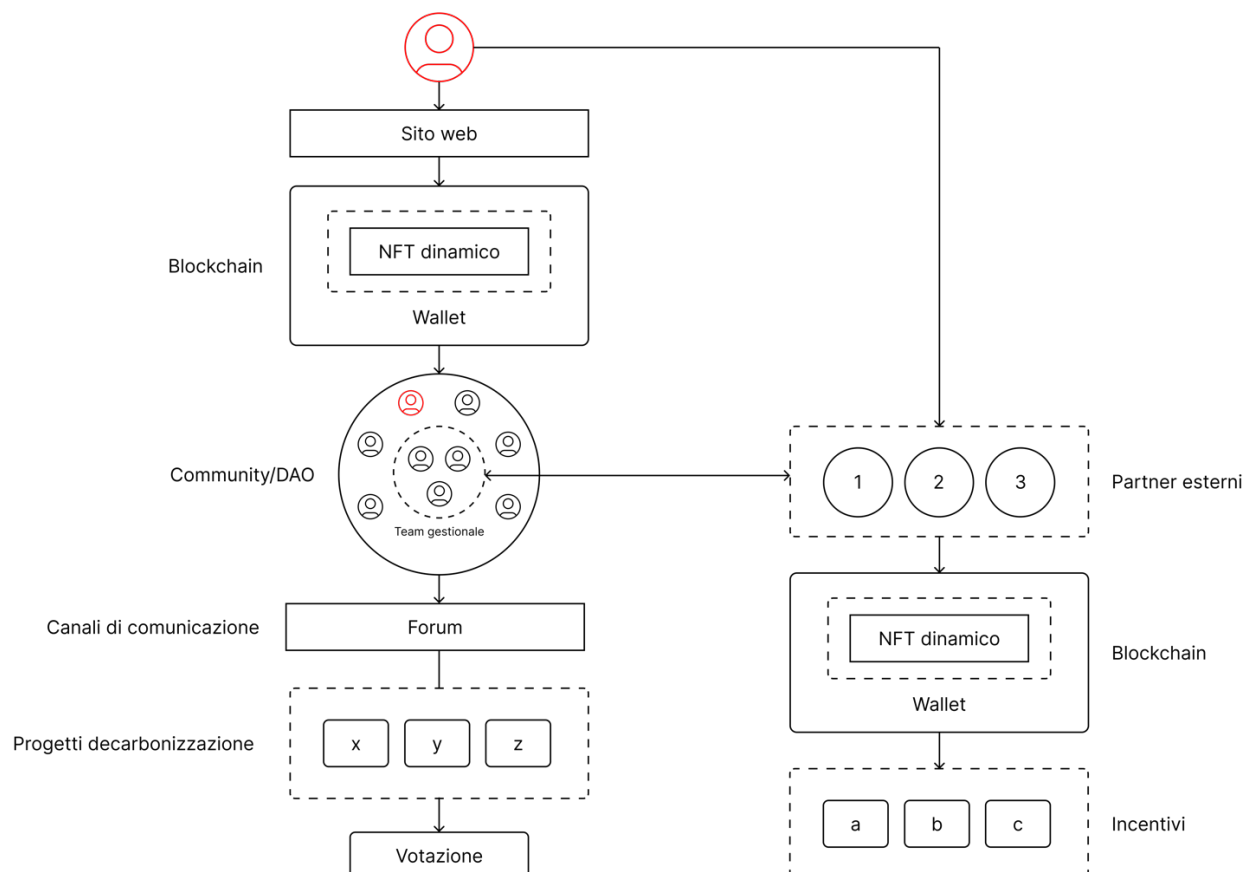
L'amministrazione della piattaforma e delle donazioni viene coordinata attraverso canali di comunicazione dedicati, quali chat di gruppo, forum e sistemi di votazione integrati; in particolare, il forum costituisce uno spazio fondamentale per il processo di preselezione dei progetti, in quanto consente agli utenti di condividere le iniziative individuate, aprendo un confronto attivo con la community in merito alla loro efficacia e alla validità delle informazioni

presentate. La ripartizione delle operazioni di ricerca vuole, dunque, incoraggiare la diversità di idee e approcci, arricchendo il processo decisionale con una varietà di prospettive e portando alla maturazione di un consenso condiviso sulle pratiche maggiormente innovative ed efficaci, che potrebbero sfuggire all'occhio del singolo individuo.

I progetti che ricevono il maggior numero di approvazioni all'interno del forum procedono a una fase di votazione formale, in cui la comunità è chiamata a decidere sull'effettivo trasferimento dei fondi. La decisione finale è determinata attraverso un semplice sistema maggioritario.

Per rispondere all'obiettivo di incentivare il finanziamento dei progetti di decarbonizzazione, è stata ideata una soluzione che potrebbe innescare dinamiche di economia circolare, veicolando nuove modalità di interazione; concretamente, la meccanica d'incentivazione si basa su una semplice proprietà inscritta nell'NFT: è infatti possibile strutturarne lo smart contract affinché i metadati del token vadano ad aggiornarsi automaticamente sulla base di condizioni esterne; questa particolare tipologia di NFT prende il nome di NFT dinamico (dNFT). Il progetto prevede, dunque, l'utilizzo di tale proprietà affinché l'NFT tenga traccia delle donazioni realizzate dall'utente; in questo modo risulta possibile quantificare l'impegno climatico di ogni membro della community, aprendo la strada a svariate opportunità d'incentivazione, ad esempio attraverso partnership con enti allineati ai valori del progetto. Ipoteticamente, l'utente, raggiungendo determinate soglie di donazione, potrebbe sbloccare benefici particolari determinati dai partner, come scontistiche sui loro prodotti o guadagnando l'accesso a servizi esclusivi.

Figura 24 - Architettura della piattaforma.



3.2.2 - Elementi chiave

Per comprendere meglio l'infrastruttura tecnologica e le funzionalità della piattaforma, segue un approfondimento dei singoli elementi che la compongono.

Sito web

Come sostenuto da Malcolm Campbell-Verduyn, "la complessità delle piattaforme decentralizzate e la conoscenza tecnica richiesta per comprendere queste tecnologie in costante evoluzione, compromettono una partecipazione su larga scala" (2021).

Diventa dunque essenziale fare in modo che queste piattaforme rimangano accessibili anche per gli utenti poco familiari con ecosistemi Web3; in tal senso, la *user experience* (UX) gioca un ruolo fondamentale nell'adozione di soluzioni basate su tecnologie blockchain.

Il portale d'accesso alla piattaforma si concretizza in un sito web tradizionale, che agisce da "ponte" tra l'utente e le tecnologie Web3 sottostanti; formalmente costituisce l'elemento ascritto all'esecuzione di azioni quali l'acquisto dell'NFT, la donazione dei fondi o la votazione dei progetti, che vengono successivamente elaborate tramite smart contract sulla blockchain.

Questa mediazione è normalmente facilitata tramite un insieme di strumenti dedicati quali Web3 provider⁹², librerie Web3⁹³, API (*Application Programming Interface*) e gateway specializzati⁹⁴.

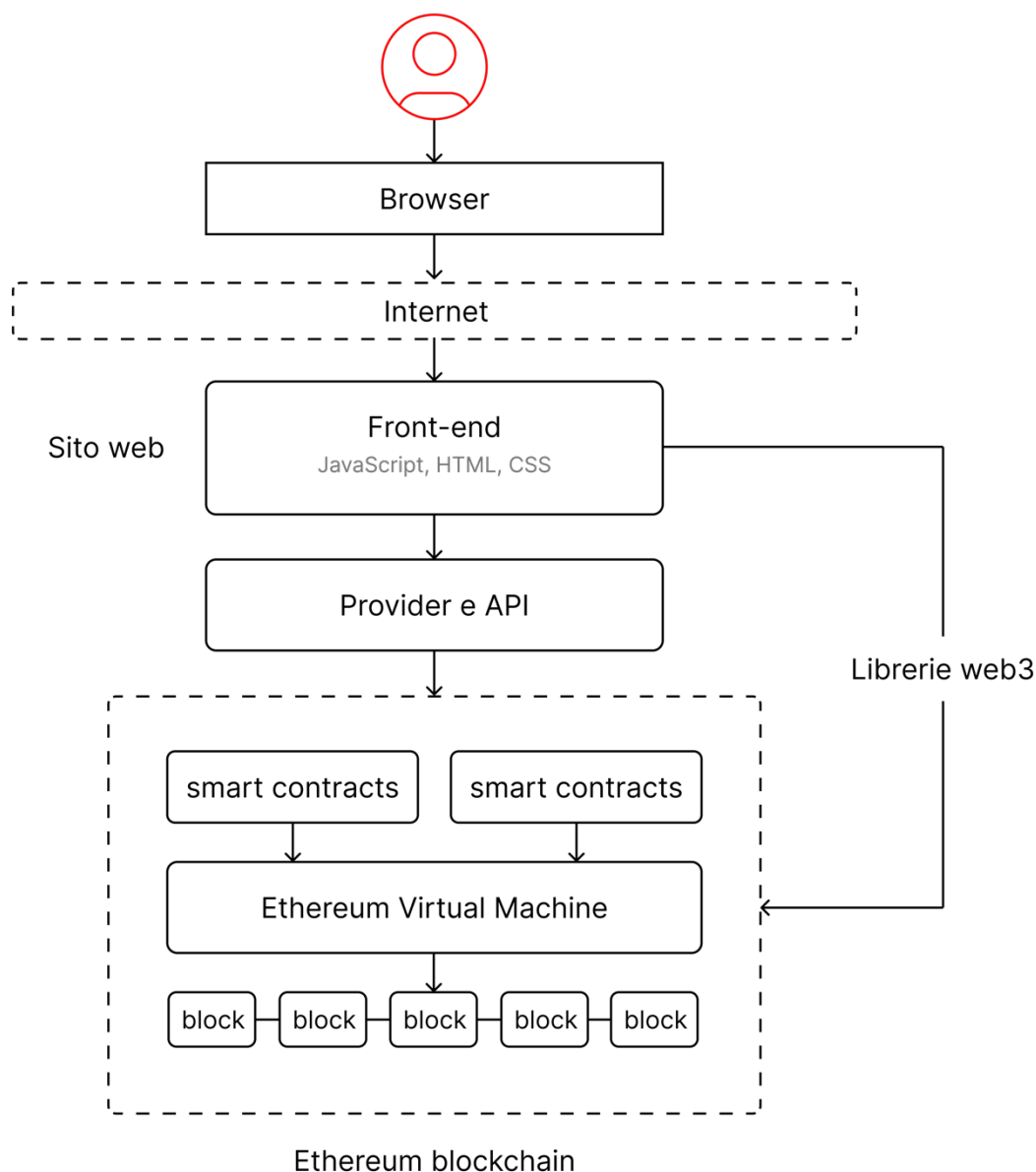
Questo approccio ibrido permette, dunque, di usufruire dei vantaggi tipici delle tecnologie blockchain quali sicurezza e trasparenza, mantenendo l'accessibilità e la fluidità caratteristiche delle applicazioni web tradizionali.

⁹² I Web3 provider sono software o servizi che agiscono da ponte tra il browser e la blockchain; concretamente gestiscono la connessione alla rete blockchain, permettendo la lettura di dati o l'invio di transazioni.

⁹³ Si tratta di librerie *JavaScript* (o di altri linguaggi di programmazione compatibili con lo sviluppo web) che facilitano l'interazione con una blockchain. Queste librerie vengono integrate nel codice del sito web per abilitare funzionalità specifiche della DApp (applicazione decentralizzata).

⁹⁴ In alcuni casi, possono essere utilizzate API o gateway specializzati per facilitare la comunicazione tra il sito web e la blockchain, specialmente per funzionalità che richiedono un elevato livello di affidabilità e performance. Questi servizi agiscono come intermediari che gestiscono richieste complesse o forniscono dati aggiuntivi non direttamente disponibili sulla blockchain; gli oracoli, descritti nel paragrafo 2.1.2, sono un esempio di API.

Figura 25 - Relazione tra sito web e blockchain.



Wallet

Il *wallet* (in italiano “portafoglio”) è un software (o un dispositivo hardware) che permette agli utenti di conservare i propri asset digitali (come criptovalute e NFT) e di memorizzare le proprie chiavi crittografiche⁹⁵ (Newman, 2024). Si tratta di un elemento fondante dell’ecosistema Web3, in quanto costituisce il mezzo attraverso il quale è possibile effettuare transazioni blockchain.

⁹⁵ Esistono due tipi di chiave crittografica: la chiave privata e la chiave pubblica. La chiave privata consente di firmare (ovvero approvare) le transazioni blockchain; concretamente, si tratta di un codice simil-password che solo il proprietario del wallet dovrebbe conoscere. La chiave pubblica, invece, può essere condivisa con tutti, in quanto permette di verificare l’autenticità delle firme associate alle transazioni; può, inoltre, essere utilizzata per ricevere criptovalute in alternativa all’indirizzo del wallet. La relazione tra le due chiavi è unidirezionale, dato che un algoritmo genera la chiave pubblica a partire da quella privata; ovviamente, tale operazione non può essere invertita (Young Platform, 2023).

Per poter accedere alle funzionalità della piattaforma, è necessario collegarvi il proprio wallet o crearne uno nuovo nel caso non se ne fosse già in possesso.

La creazione del wallet tende ad essere un'operazione macchinosa per gli utenti meno esperti, in quanto normalmente richiede una serie di vari passaggi, anche esterni al sito originale. Per facilitare il processo di *onboarding* di questo ramo d'utenza, è dunque prevista l'implementazione di un servizio *Wallet-as-a-Service* (WaaS), attraverso cui è possibile integrare la creazione del wallet direttamente sulla piattaforma, senza dover abbandonare il sito.

Una volta collegato il wallet, l'utente potrà acquistare l'NFT, abilitando le funzionalità offerte dalla piattaforma. Tanto l'operazione di acquisto come quella di donazione saranno supportate tramite un servizio di checkout rapido quale *MoonPay*, che consente di trasformare valute fiat in criptovalute direttamente all'interno del proprio wallet, sfruttando metodi di pagamento convenzionali come le carte di credito. Tali operazioni sono gestite automaticamente in secondo piano, cosicché l'esperienza utente risulti completamente integrata all'interno del sito.

NFT

L'NFT costituisce l'elemento ascritto a sbloccare le funzionalità della piattaforma, consentendo ai detentori di realizzare donazioni e di prendere parte alle decisioni governative della DAO, che includono la gestione dei fondi e la capacità di proporre e ratificare modifiche ai protocolli alla base dell'organizzazione; in altre parole, si potrebbe dire che l'NFT agisce come chiave d'accesso alla piattaforma.

Normalmente gli NFT che vengono utilizzati come governance token di una DAO vengono rilasciati tramite collezioni a numero chiuso (si veda la sezione "PFP e avatar" nel paragrafo 2.1.4); questo serve a limitare il numero dei partecipanti, rendendo il progetto più esclusivo agli occhi dei potenziali acquirenti, nella speranza di innescare il fenomeno della FOMO (*fear of missing out*) per incrementare il valore economico della collezione. Fino a poco tempo fa, infatti, il valore di un NFT era quasi esclusivamente determinato in funzione della sua scarsità, una caratteristica arbitraria generalmente abusata in un'ottica speculativa.

Seed si pone un obiettivo diametralmente opposto: rendere la piattaforma accessibile al maggior numero di persone possibili. Per questo motivo si è scelto di proporre una strategia di distribuzione a numero aperto, eliminando ogni sorta di barriera all'entrata artificiale. A tal proposito, l'utilizzo di un algoritmo generativo per la creazione dell'artwork sembra essere l'alternativa migliore; in questo modo, la collezione non sarà limitata in funzione degli artwork disponibili, in quanto saranno generati randomicamente a partire da parametri influenzati dal *token ID*, ovvero il codice identificativo che permette di differenziare gli NFT appartenenti a una stessa collezione.

L'utilizzo di un algoritmo generativo per la creazione dell'artwork garantisce, inoltre, un altro beneficio; è infatti possibile archiviare on-chain uno smart contract che includa le regole e i parametri dell'algoritmo al suo interno. In questo modo, ogniqualvolta venga richiesto di mostrare l'artwork dell'NFT (ad esempio, nel sito o nel wallet), invece di rimandare a un URL esterno, lo smart contract potrà fornire al richiedente le istruzioni necessarie per ricreare l'immagine direttamente nel browser.

Ciò rende l'artwork completamente immune al fenomeno del link rot, in quanto la sua persistenza non dipende da server centralizzati.

Come accennato nella spiegazione del concept, il progetto prevede l'utilizzo di un NFT dinamico (dNFT). I dNFT (basati sullo standard ERC-1155) si differenziano dagli NFT

tradizionali (basati sullo standard ERC-721) in quanto i loro metadati possono cambiare nel tempo.

Le modifiche a un NFT dinamico si attivano automaticamente sulla base di condizioni esterne; questa modifica potrebbe essere innescata, ad esempio, attraverso oracoli in diretta comunicazione con lo smart contract del dNFT (Sergeenkov, 2023).

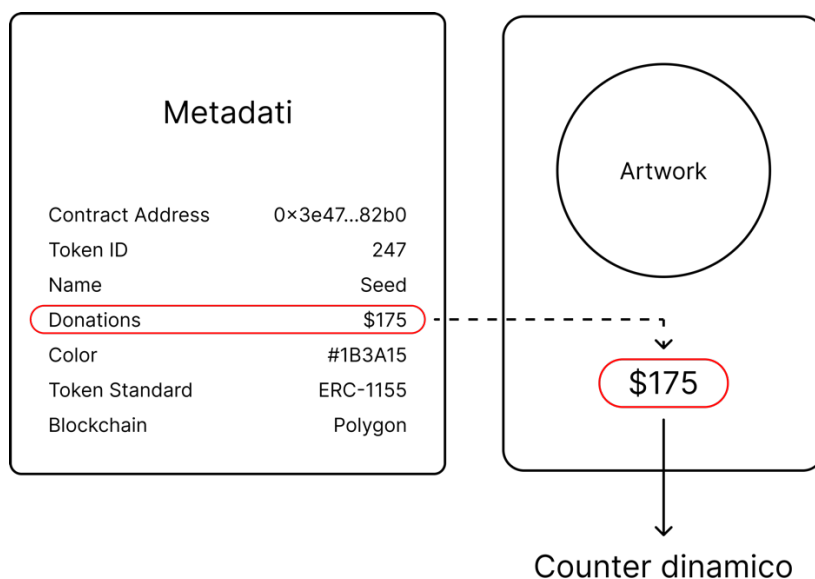
Figura 27 - Confronto tra NFT tradizionali (1.0) e dNFT (2.0) (tratta da Guidi & Michienzi, 2023).

	NFT 1.0	NFT 2.0
<i>Behaviour:</i>	Immutable	Dynamic
<i>Structure:</i>	Separate	Composable
<i>Application:</i>	Traditional	Experimental
<i>Ownership:</i>	Single owner	Multiple owners
<i>Scope:</i>	Tokenisation	Utility
<i>Goal:</i>	Ownership	Interaction

Il progetto prevede, dunque, l'utilizzo di tale proprietà affinché l'NFT tenga traccia delle donazioni realizzate dall'utente, aprendo la strada a svariate opportunità d'incentivazione basate sul raggiungimento di determinate soglie.

Dal momento che gli artwork degli NFT sono richiamati attraverso i metadati, è possibile aggiornarne anche l'aspetto (come nel caso di *Otherdeeds*, riportato in Figura 12); l'implementazione di un artwork generativo potrebbe, pertanto, sfruttare tale caratteristica per far sì che il quantitativo di donazioni di un utente sia sempre visibile sull'NFT, aggiornandosi in tempo reale in funzione delle donazioni realizzate.

Figura 28 - Counter dinamico dell'NFT basato sui metadati.



Blockchain

La scelta dell'infrastruttura blockchain sulla quale si appoggerà il progetto rappresenta un aspetto cruciale, in quanto influenza direttamente le funzionalità della piattaforma (Guidi & Michienzi, 2023).

Sono, dunque, stati identificati una serie di parametri volti a guidare la scelta:

- 1. Sostenibilità:** dato il focus del progetto, la sostenibilità della blockchain di riferimento costituisce l'aspetto più importante in assoluto, pertanto è necessario assicurarsi che il protocollo di consenso sia il più efficiente possibile.
- 2. Scalabilità:** la piattaforma deve essere in grado di gestire un grande volume di transazioni senza compromettere le prestazioni, assicurando un'esperienza utente fluida anche durante i picchi di attività.
- 3. Costi di transazione:** ogni transazione blockchain, come la creazione di un NFT o la realizzazione di una donazione al fondo comune della DAO, è associata a dei costi di transazione detti *gas fees*; mantenere dei costi di transazione bassi è essenziale, soprattutto quando si tratta di piattaforme decentralizzate che prevedono un alto numero di transazioni.
- 4. Interoperabilità:** l'interoperabilità con altre blockchain costituisce un altro punto fondamentale, in quanto il progetto prevede l'interazione con altre piattaforme (ad esempio attraverso il programma d'incentivazione basato su partnership esterne).
- 5. Sicurezza:** la piattaforma deve fornire un ambiente sicuro per le transazioni e la custodia degli NFT; si tratta di un pilastro fondante per qualsiasi progetto decentralizzato, in particolar modo quando si tratta di gestire donazioni.

Dopo un'attenta analisi delle principali blockchain di riferimento nell'ecosistema NFT, *Polygon* è emersa come la scelta ottimale (Figura 29):

- 1. Sostenibilità:** in termini di sostenibilità *Polygon* rappresenta una delle migliori alternative, in quanto è basata su un protocollo di consenso proprietario Proof of Stake (PoS) ancora più efficiente rispetto a quello utilizzato da *Ethereum*.
- 2. Scalabilità:** l'efficienza di *Polygon* è rispecchiata anche nel volume di transazioni che è in grado di gestire; può infatti arrivare fino a oltre 7.000 transazioni al secondo (TPS, *transactions per second*), uno dei volumi più alti in assoluto – superato soltanto da *Solana* e da *Immutable X* – offrendo così un'elevata scalabilità (DeNicola, 2023).
- 3. Costi di transazione:** i costi di transazione su *Polygon* sono regolarmente riconosciuti tra i più bassi, con un costo medio di transazione che si aggira intorno a 0,01 dollari, una cifra essenzialmente trascurabile.
- 4. Interoperabilità:** *Polygon* è una blockchain Layer 2 di *Ethereum* (rimando alla nota 64), pertanto utilizza lo stesso linguaggio di programmazione (*Solidity*), il che la rende totalmente compatibile con l'*Ethereum Virtual Machine* (rimando alla nota 54). Data l'elevata capitalizzazione di mercato di *Ethereum* all'interno dell'ecosistema NFT (84%, che sale all'88% se si tengono in considerazione i Layer 2), *Polygon* rappresenta una delle migliori alternative in termini di interoperabilità, lasciando la strada aperta a qualsiasi opportunità di collaborazione.
- 5. Sicurezza:** in quanto blockchain Layer 2 di *Ethereum*, *Polygon* beneficia della sua infrastruttura di sicurezza, mantenendo però il vantaggio di operare esternamente ad essa, il che risulta in un'ottimizzazione del processo di transazione (Wade, 2023).

In conclusione, Polygon offre la combinazione ideale di sostenibilità, scalabilità, costi, interoperabilità e sicurezza, rispondendo perfettamente alle esigenze della piattaforma per uno sviluppo sostenibile e un successo a lungo termine.

Figura 29 - Confronto tra le principali blockchain NFT (tratta da Guidi & Michienzi, 2023).

Platform	Transaction Speed	Confirmation Time	Transaction Cost Fee	Smart Contract Language	Consensus Algorithm	NFT Standards
Ethereum	15–25 tps	~12 s	≈USD 4–USD 5.5	Solidity	PoS	ERC-721, ERC-1155, ERC-988
Flow	1000 tps	~2.5 s	~USD 0.03	Solidity	PoS	ERC-721, ERC-1155
Cardano	250 tps	5–60 s	≈USD 0.15–USD 0.3	Plutus	PoS	CIP-721
Tezos	40 tps	30 s	USD 0.001	Michelson	LPoS	FA2
Algorand	6000 tps	3.7 s	̄USD 0.00022	TEAL	Pure PoS	Algorand Standard Assets (ASAs)
Immutable X	~9000 tps	-	No fees	Solidity	PoW	ERC-721
Polygon	7200 tps	2 s	≈USD 0.01	Solidity	PoS	ERC-721, ERC-1155, ERC-988
Solana	8500	0.4 s	̄USD 0.0002	Rust, C, and C++	Proof of history and proof of stake	Metaplex
Ronin	200	3 s	̄USD 0.0016	Solidity	Byzantine fault-tolerant proof of authority	ERC-721, ERC-1155, ERC-988

DAO e canali comunicazione

In un ecosistema dove la decentralizzazione non è solo un'aspirazione ma un requisito operativo, la DAO si configura come l'entità che incarna la visione democratica del progetto. Come spiegato precedentemente, per DAO si intende un tipo di struttura organizzativa priva di un'autorità centrale (Reiff, 2023), la cui logica operativa è codificata all'interno di smart contract iscritti sulla blockchain, e la cui governance è distribuita tra i partecipanti sotto forma di token. Data la natura distribuita della blockchain, il codice che governa le operazioni della DAO è accessibile da qualsiasi nodo; nel caso specifico di Seed, essendo basata su una blockchain pubblica quale Polygon, chiunque può verificarne la logica, il che rende le transazioni della DAO trasparenti.

Generalmente, le DAO che si trovano nella loro fase iniziale richiedono un certo livello di centralizzazione. Si tratta per lo più di un limite tecnologico, in quanto non tutte le operazioni di un'organizzazione decentralizzata possono essere automatizzate fin da subito tramite l'implementazione di smart contract (ad esempio la moderazione dei canali di comunicazione) (Sharma et al., 2023); questo approccio, comunemente chiamato "exit to DAO", prevede l'introduzione progressiva di forme sempre più complesse di decentralizzazione, man mano che la community e la piattaforma evolvono (Nabben, 2021).

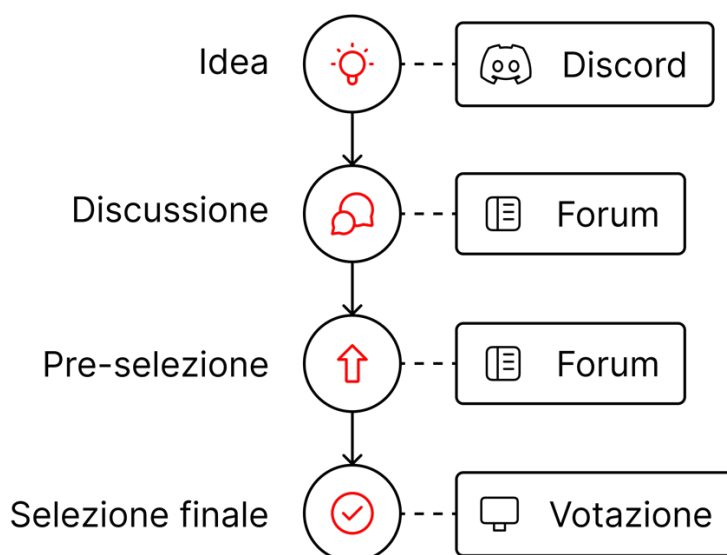
In tal senso, ogni progetto ha delle esigenze diverse, in funzione delle quali sono previsti livelli più o meno contenuti di centralizzazione.

Nel caso di SEED, il processo di selezione dei progetti da finanziare rimarrà interamente in mano alla community; detto questo, per far sì che la piattaforma funzioni come ipotizzato, è necessaria l'istituzione di un team di progetto che se ne faccia carico, operando sulla base delle decisioni prese collaborativamente, come una sorta di corpo mediatore tra la volontà della community e i limiti tecnici della piattaforma.

Per questo motivo, la DAO avrà a disposizione due tesorerie: la prima, che raccoglie le donazioni volte al finanziamento dei progetti di decarbonizzazione, sarà governata dalla community; la seconda, che raccoglie i fondi per il mantenimento della piattaforma, sarà gestita dal team di progetto.

All'atto pratico, i fondi vengono stanziati all'interno di smart contract che agiscono come "conti correnti" della DAO; ogniqualvolta un utente acquista un NFT o realizza una donazione, i fondi verranno, dunque, spartiti tra queste due entità. Si da per scontato che la maggior parte del ricavato verrà indirizzato al fondo per il finanziamento dei progetti di mitigazione, lasciando una piccola percentuale (da definire) al fondo gestito dal team di progetto.

Figura 30 - Canali di comunicazione attraverso cui si coordina la DAO.



Per quanto riguarda la strutturazione del processo di governance, si è optato per un approccio conservativo che si limiti ad offrire una visione d'insieme; si tratta, infatti, di un processo altamente complesso e articolato, che richiederebbe un approfondimento che va oltre la portata di questo elaborato.

A grandi linee, l'amministrazione della piattaforma e delle donazioni è facilitata tramite canali di comunicazione dedicati e un sistema di votazione integrato.

Come illustrato nella Figura 30, sono previsti due canali di comunicazione principali: un server *Discord* e un forum interno alla piattaforma.

Il server *Discord* rappresenta il medium più informale (simile a una chat di gruppo, ma più strutturato), in quanto è volto alla condivisione di ricerche e idee preliminari, permettendo di ottenere feedback immediati e supporto dalla community.

Pensato per un dibattito più formale, il forum rappresenta, invece, lo spazio dedicato alla proposizione dei progetti da finanziare, ed è volto a generare un confronto diretto tra i membri della community in merito alla loro efficacia e alla validità delle informazioni presentate. Qui si vuole incoraggiare la diversità di idee e approcci, arricchendo il processo decisionale con una varietà di prospettive e portando alla maturazione di un consenso condiviso sulle iniziative maggiormente innovative ed efficaci, che potrebbero sfuggire all'occhio del singolo individuo.

Attraverso un sistema di approvazione binario (*upvote/downvote*), sarà possibile esprimere una preferenza tra le varie alternative proposte; si tratta di un approccio preliminare volto a sondare il terreno, così da identificare le soluzioni più valide che saranno oggetto della votazione ufficiale.

Successivamente, il team di progetto pubblicherà in una sezione dedicata del sito una votazione on-chain, specificando le opzioni di voto e i termini della proposta; i voti dei membri verranno registrati direttamente sulla blockchain tramite uno smart contract.

Una volta conclusa la votazione e determinato l'esito, lo smart contract si eseguirà automaticamente sulla base delle regole codificate al suo interno, effettuando il trasferimento dei fondi o meno.

Come spiegato in precedenza, il risultato della votazione viene determinato attraverso un semplice sistema maggioritario, che prevede un voto per utente; dal momento che nella struttura della DAO ogni NFT è equivalente a un voto, una volta che se ne entra in possesso, non sarà più possibile acquisirne di ulteriori⁹⁶. Tale meccanismo è volto a prevenire un'eccessiva concentrazione del potere decisionale nelle mani di coloro che dispongono di maggiori risorse finanziarie, evitando così le problematiche tipiche dei modelli plutocratici, e andando a preservare l'equilibrio democratico all'interno della DAO.

Nelle fasi iniziali del progetto è prevista la selezione di un unico progetto di decarbonizzazione al mese; in questo modo tutti i fondi raccolti dall'ultima votazione vengono donati al progetto selezionato; tale meccanismo potrà evolversi nel tempo per supportare la scelta di più progetti, a seconda del numero di donatori partecipanti e, quindi, dei fondi a disposizione.

3.2.3 - Mappatura degli stakeholder e delle loro relazioni

La mappatura degli stakeholder è uno strumento di rappresentazione visiva usato per delineare gli attori che gravitano intorno un progetto, offrendo una panoramica chiara delle loro relazioni e coinvolgimento all'interno dell'ecosistema.

Gli stakeholder si dividono in tre categorie principali: il target di progetto, gli stakeholder interni, ovvero coloro che sono parte integrante del progetto e sono essenziali per il suo sviluppo e successo, e gli stakeholder esterni, che, pur non facendo parte del progetto, possono influenzarlo o esserne influenzati; questi ultimi si suddividono a loro volta in diretti e indiretti sulla base del loro coinvolgimento (Lavazza, 2022).

Target

Singoli donatori: i singoli donatori costituiscono i potenziali utenti della piattaforma. Sono coloro che potrebbero essere interessati al progetto, ma che non sono ancora entrati in contatto con la piattaforma; il loro coinvolgimento è strumentale all'espansione della community e, conseguentemente, all'impatto del progetto.

Stakeholder interni

Team di progetto: oltre a occuparsi di sviluppare, mantenere e aggiornare la piattaforma, il team di progetto entra in contatto con le realtà esterne per instaurare delle partnership; le loro competenze e visione strategica guidano l'avanzamento dell'iniziativa.

⁹⁶ È possibile attivare questa funzionalità integrando nel protocollo della piattaforma uno smart contract che tenga traccia del numero di NFT acquistati da ogni indirizzo wallet. In questo modo, se un utente provasse ad acquistare un NFT, lo smart contract potrebbe verificare se sia già stato raggiunto il limite di acquisto stabilito. In caso affermativo, lo smart contract potrebbe intervenire rifiutando la transazione.

Community: la community comprende i detentori dell’NFT e costituisce l’organo centrale del progetto, in quanto seleziona e finanzia i progetti di decarbonizzazione; il coinvolgimento e il sostegno dei membri che la compongono è essenziale al sostentamento e alla crescita della piattaforma.

Stakeholder esterni diretti

Enti beneficiari delle donazioni: gli enti beneficiari ricevono finanziamenti direttamente dalla piattaforma; oltre ad apportare un impatto ambientale positivo, influenzano le comunità locali in cui operano. Enti meno conosciuti possano entrare a far parte della community per dare visibilità alle proprie iniziative, sfruttando canali di comunicazione popolati da individui ricettivi.

Partner: i partner, che potenzialmente comprendono aziende, istituti di ricerca e università, possono fornire risorse, competenze o incentivi che arricchiscono l’offerta della piattaforma; la loro collaborazione può portare nuove opportunità di sviluppo, aumentando il raggio d’azione del progetto e dandogli visibilità.

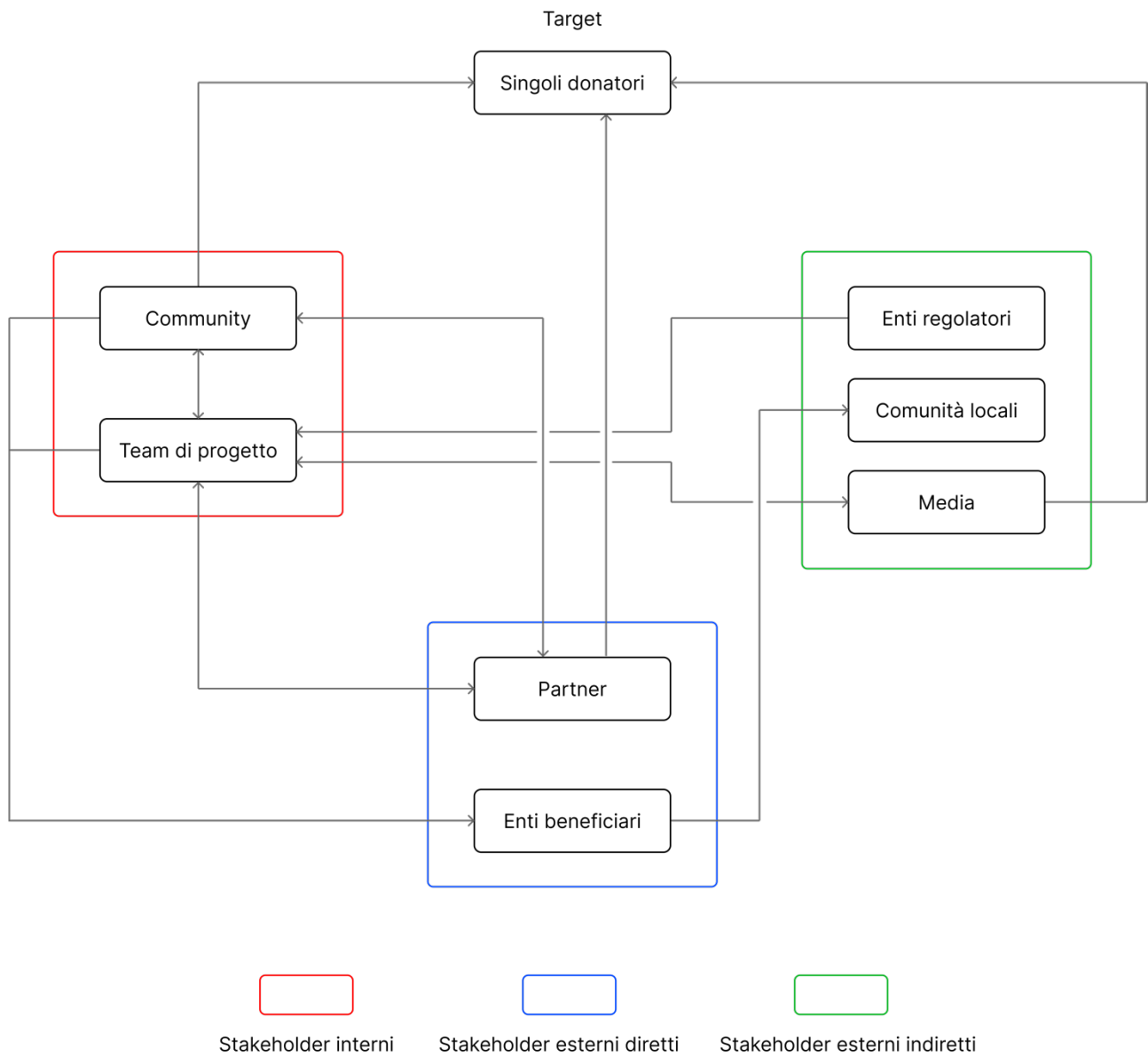
Stakeholder esterni indiretti

Comunità locali: numerose comunità locali potrebbero beneficiare dei finanziamenti ai progetti di decarbonizzazione; la creazione di opportunità lavorative e lo sviluppo sostenibile in tali contesti contribuiscono all’impatto sociale del progetto.

Media: i media giocano un ruolo fondamentale nel dare visibilità al progetto; influenzando l’opinione pubblica, permettono di attrarre nuovi utenti e partner.

Enti regolatori e autorità governative: gli enti regolatori e le autorità governative possono influenzare il progetto attraverso regolamentazioni, leggi o politiche; la loro comprensione delle tecnologie blockchain è cruciale per la sostenibilità legale e operativa di iniziative quali Seed.

Figura 31 - Mappatura degli stakeholder e delle loro relazioni.



3.3 - Progettazione sito web

Come anticipato precedentemente, la complessità tipica delle piattaforme decentralizzate costituisce il più delle volte una barriera all'entrata per gli utenti poco familiari con le tecnologie Web3; il seguente sottocapitolo è dunque dedicato alla progettazione del sito web, con l'obiettivo di semplificare il più possibile il processo di navigazione e le funzionalità della piattaforma, per facilitare il processo di *onboarding*.

Prima di procedere alla fase di progettazione sono state definite le funzionalità e i contenuti che saranno parte del sito:

- Sezione/i dedicata/e a descrivere l'obiettivo e le funzionalità della piattaforma.
- Creazione dell'account e collegamento/creazione del wallet.
- Acquisto dell'NFT (governance token).
- Indirizzare fondi alla DAO.
- Forum dedicato alla discussione dei progetti e alla loro pre-selezione.
- Sezione dedicata alla votazione dei progetti da finanziare e delle modifiche al protocollo della DAO.
- Sezione dedicata ai partner del progetto e agli incentivi da essi garantiti.

3.3.1 - User flow

Il primo step affrontato durante la progettazione del sito web ha richiesto la definizione di una serie di user flow; un diagramma user flow (noto anche come diagramma dell'interazione o del flusso delle attività) è un processo di mappatura visiva dei percorsi che un utente può seguire all'interno di un'applicazione web o mobile durante il compimento di un'azione specifica, come l'acquisto di un prodotto, la registrazione a un servizio o la ricerca di informazioni. Ogni diagramma è volto ad illustrare i vari passaggi, le decisioni e le interazioni che l'utente compie, a partire dall'ingresso nell'applicazione fino al raggiungimento dell'obiettivo desiderato.

Lo scopo di un user flow è di facilitare la comprensione di come gli utenti navigano attraverso un prodotto, permettendo ai progettisti di identificare e rimuovere eventuali ostacoli o inefficienze.

Si tratta di uno strumento essenziale nella progettazione della user experience (UX) poiché aiuta a garantire che l'architettura dell'informazione e l'interfaccia siano intuitive e allineate con le esigenze e le aspettative degli utenti.

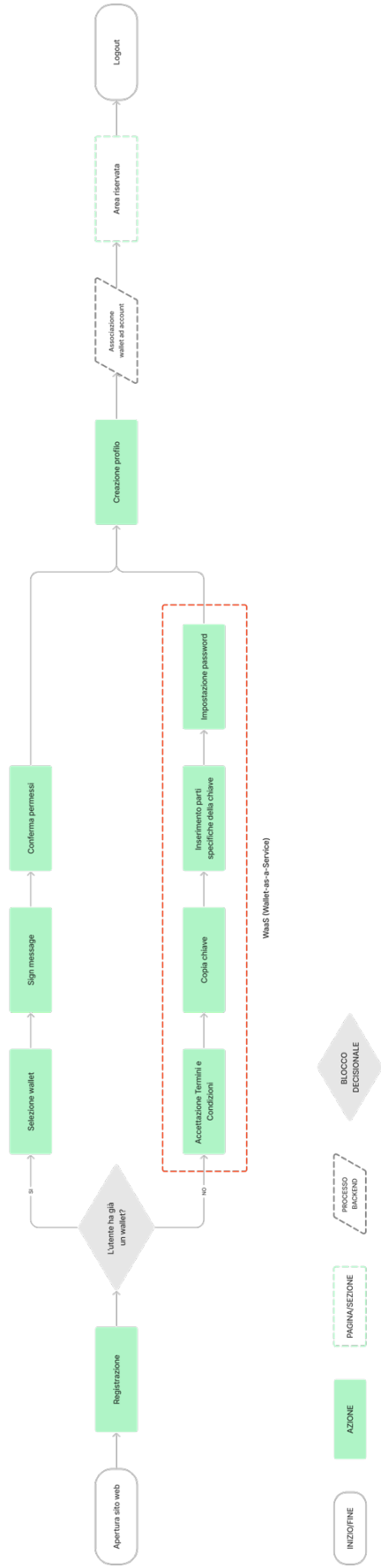
Considerate le funzionalità della piattaforma, sono stati identificati quattro percorsi da mappare:

1. Il processo di creazione dell'account e associazione/creazione del wallet.
2. Il processo di acquisto dell'NFT.
3. Il processo di donazione.
4. Il processo di votazione dei progetti di decarbonizzazione.

Si è scelto di focalizzarsi su tali percorsi in quanto comprendono operazioni inusuali per un'utenza poco avvezza alle tecnologie Web3, il che rende necessario assicurarsi che siano il più fluide e semplici possibile.

Figure 32 e 33 - Processo di creazione dell'account e associazione/creazione del wallet (sinistra) e processo di acquisto dell'NFT (destra).

Flusso 1: processo di creazione dell'account e associazione/creazione del wallet.



Flusso 2: processo di acquisto dell'NFT.

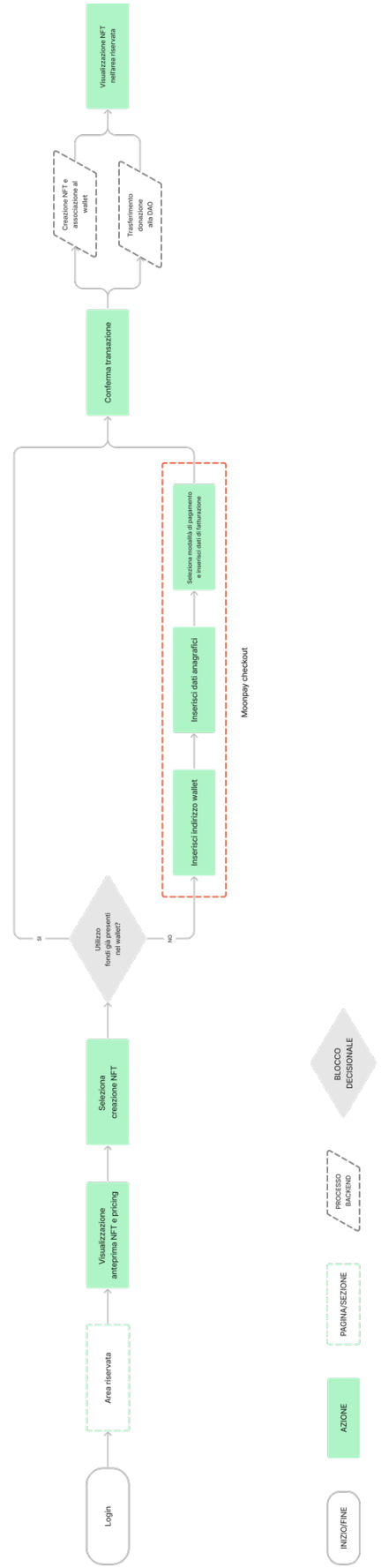
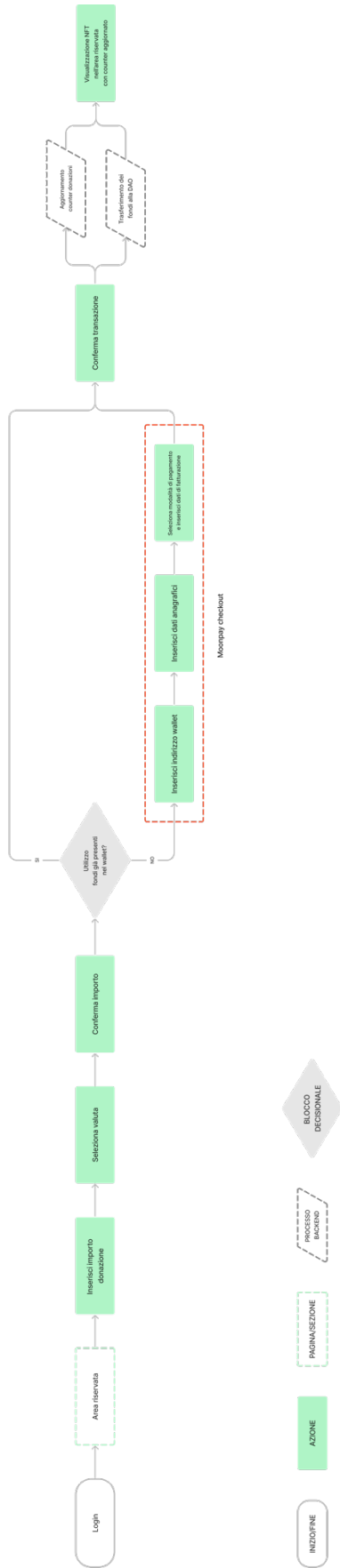
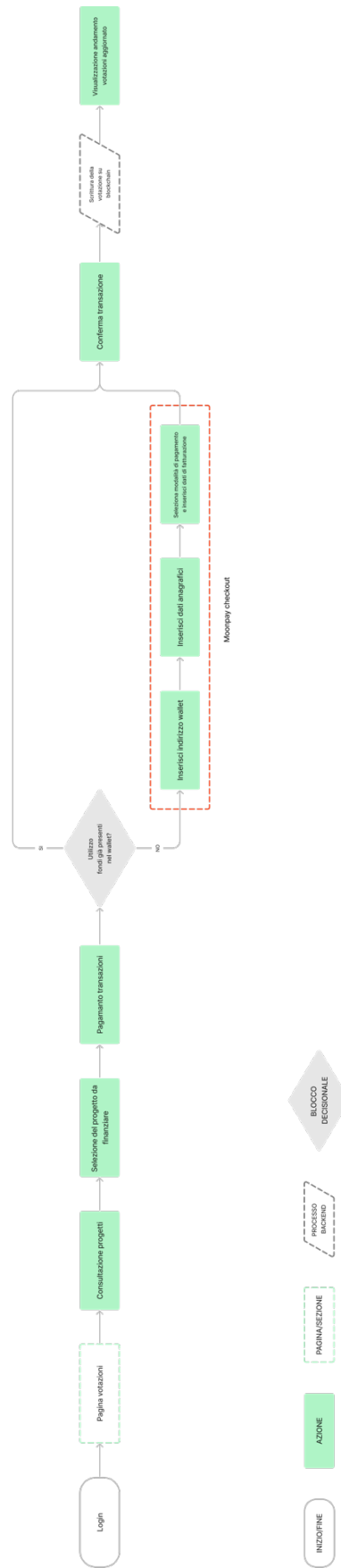


Figure 34 e 35 - Processo di donazione (sinistra) e processo di votazione dei progetti di decarbonizzazione (destra).

Flusso 3: processo di donazione.



Flusso 4: processo di votazione dei progetti di decarbonizzazione.



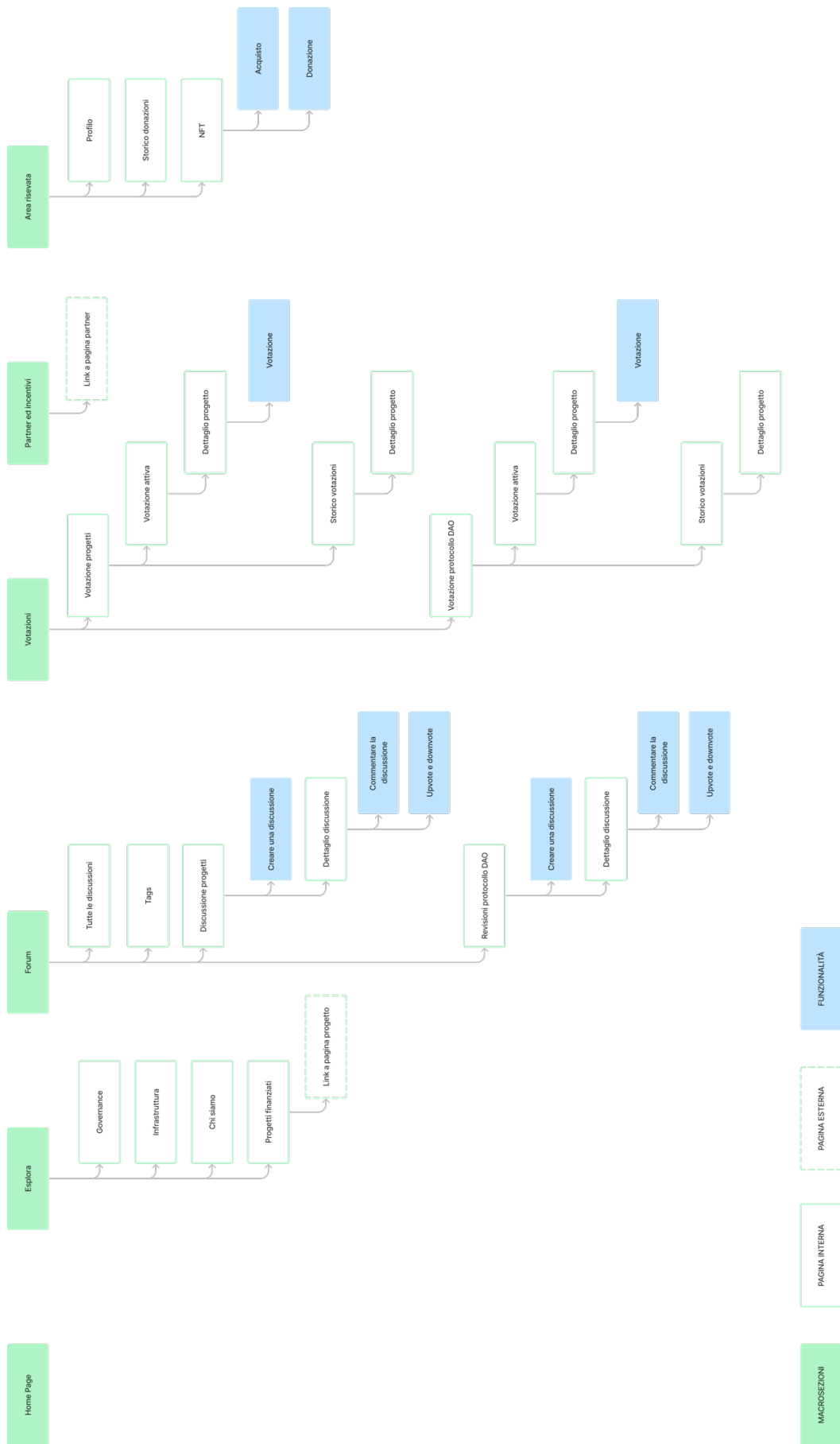
3.3.2 - Architettura dell'informazione

Successivamente è stata definita l'architettura dell'informazione (IA, dall'inglese *Information Architecture*) del sito web, ovvero l'organizzazione logica e semantica dell'informazione al suo interno; si tratta di un aspetto chiave nella progettazione di un sito, in quanto è volto a favorire il *wayfinding* (ovvero "l'orientamento"), la *findability* (ovvero la "trovabilità" dell'informazione), l'usabilità e la comprensibilità dell'informazione stessa, per una fruizione ottimale da parte dell'utente (Rosenfeld et al., 2015). Un'architettura dell'informazione ben progettata fa sì che l'utenza impieghi meno tempo e sforzo nella ricerca delle informazioni o delle funzionalità che cerca.

All'atto pratico, la progettazione dell'architettura dell'informazione prevede l'identificazione di caratteristiche comuni nei contenuti, formando dei *cluster* di informazioni simili e aggiungendo i collegamenti opportuni.

A partire dalle funzionalità previste per la piattaforma, sono stati definiti i contenuti del sito. Attraverso un processo di categorizzazione e prioritizzazione gerarchica dei contenuti sono state definite sei macrosezioni, che a loro volta contengono collegamenti a pagine interne ed esterne; le pagine principali sono: Home Page, Esplora, Forum, Votazioni, Partner ed incentivi, Area riservata.

Figura 36 - Architettura dell'informazione.



3.3.3 - Wireframe

La realizzazione del wireframe del sito costituisce lo step successivo alla definizione dell'architettura dell'informazione.

Nel web design il wireframe è uno strumento utilizzato per creare lo scheletro di un sito web. Normalmente si tratta di un elaborato grafico a bassa fedeltà che ha lo scopo di definire il layout delle pagine e la disposizione dei contenuti al loro interno, quali gli elementi dell'interfaccia e i sistemi di navigazione, e come questi si interfaccino tra di loro. Di conseguenza non tiene conto dello stile tipografico, dei colori o della grafica, in quanto il focus principale è volto alla funzionalità e non all'apparenza finale, agendo da ponte tra l'architettura dell'informazione e l'interfaccia utente (UI).

Concretamente si è scelto di focalizzare l'attenzione sulle seguenti schermate, che rappresentano le sezioni più importanti del sito:

- 1.** Home Page.
- 2.** Forum.
- 3.** Pagina dedicata alle votazioni.
- 4.** Pagina di dettaglio su una proposta di progetto da finanziare.
- 5.** Area riservata.

Figura 37 - Wireframe della schermata Home Page; dedicata a fornire una panoramica della piattaforma.

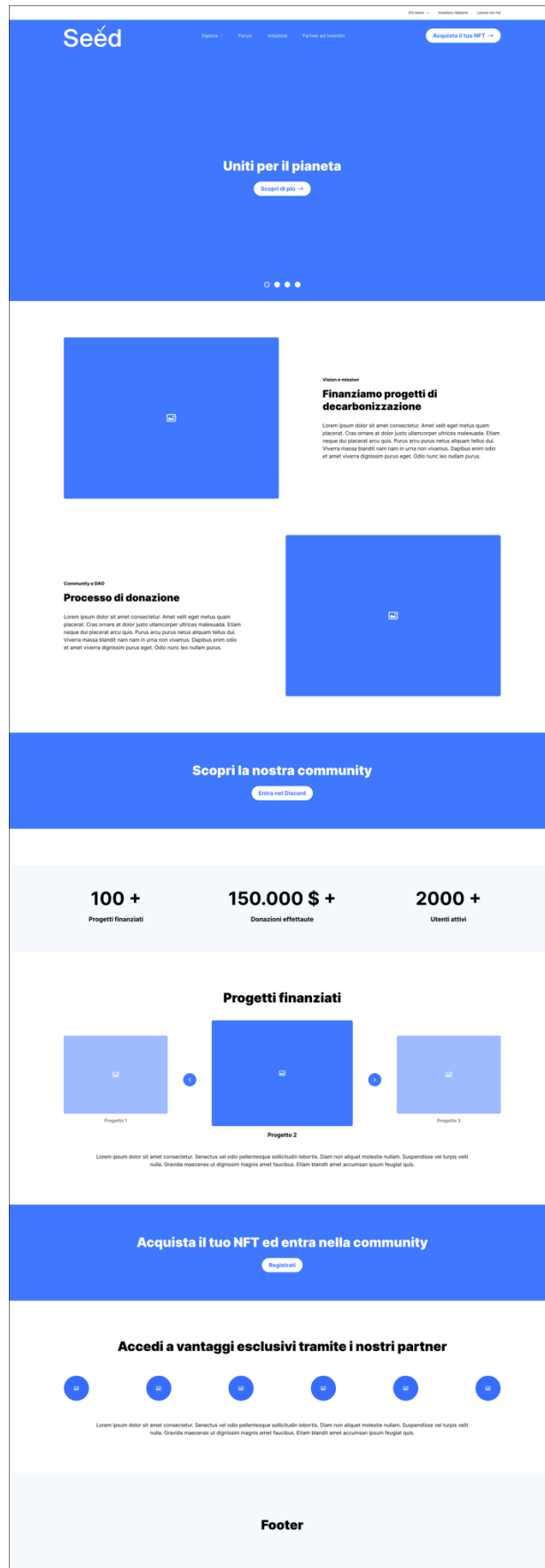


Figura 38 - Wireframe della schermata Forum; sezione dedicata alla discussione dei progetti.

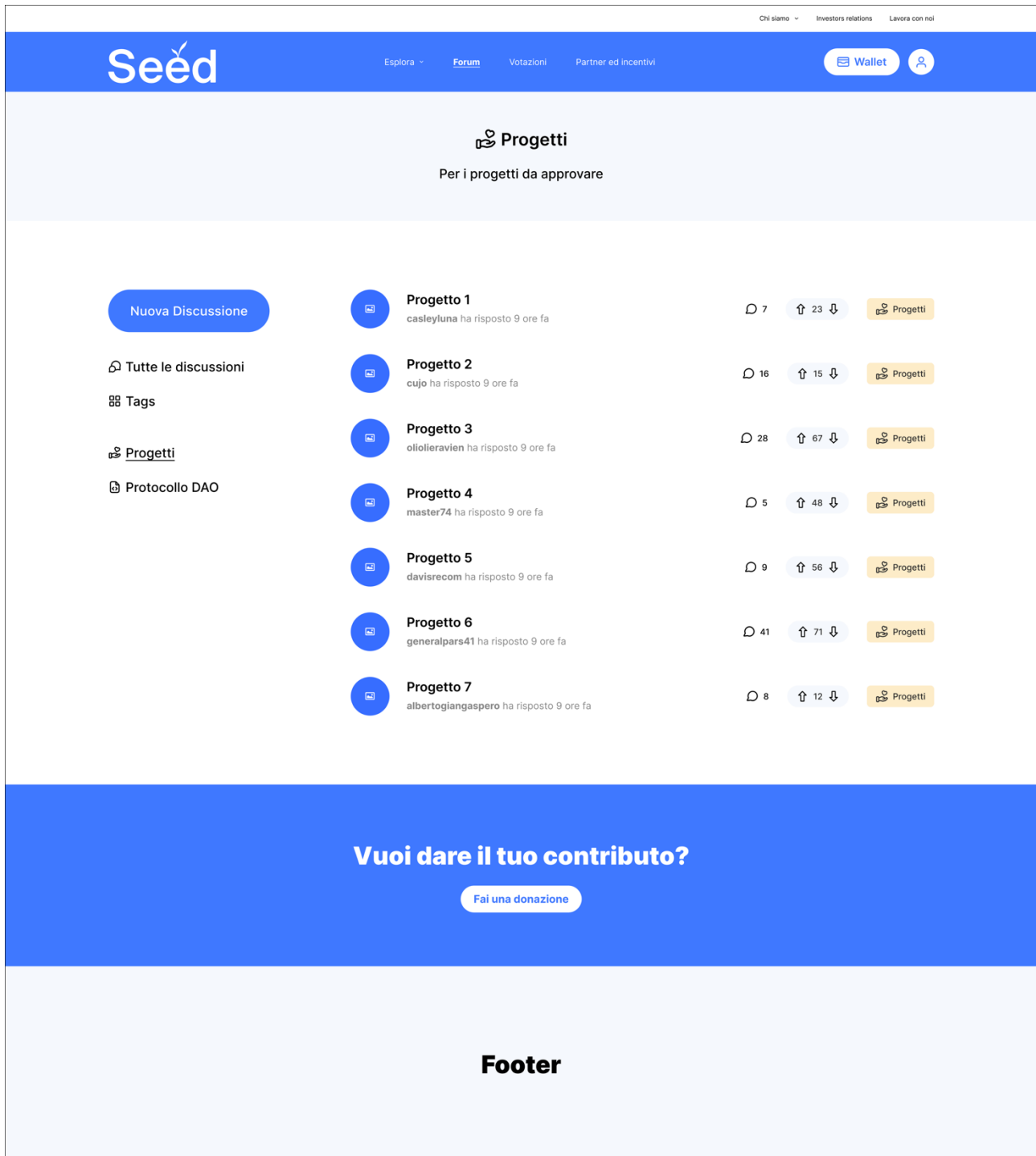


Figura 39 - Wireframe della schermata Votazioni; sezione dedicata alla votazione attiva.

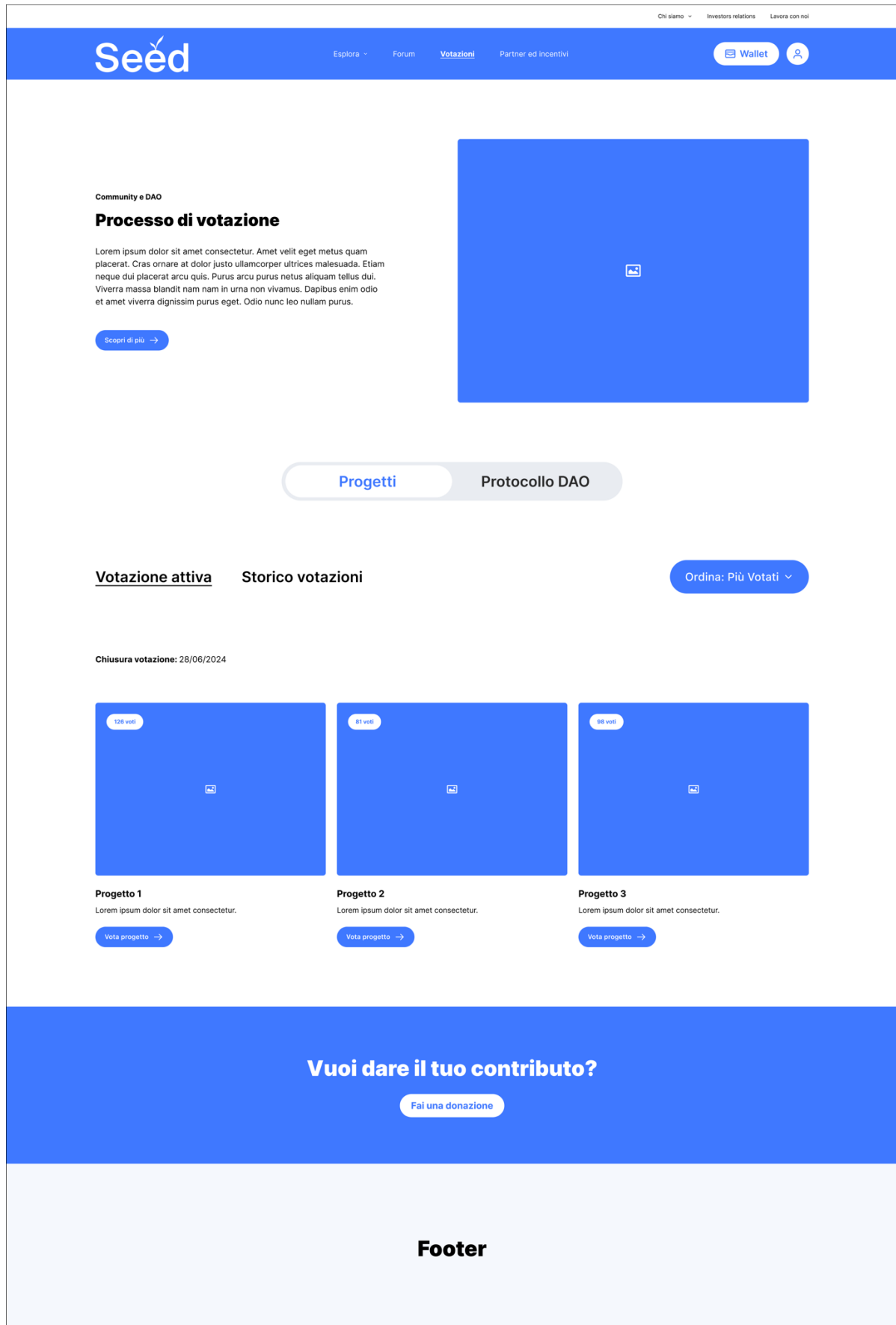


Figura 40 - Wireframe di una pagina di dettaglio su una proposta di progetto da finanziare all'interno della sezione Votazioni.

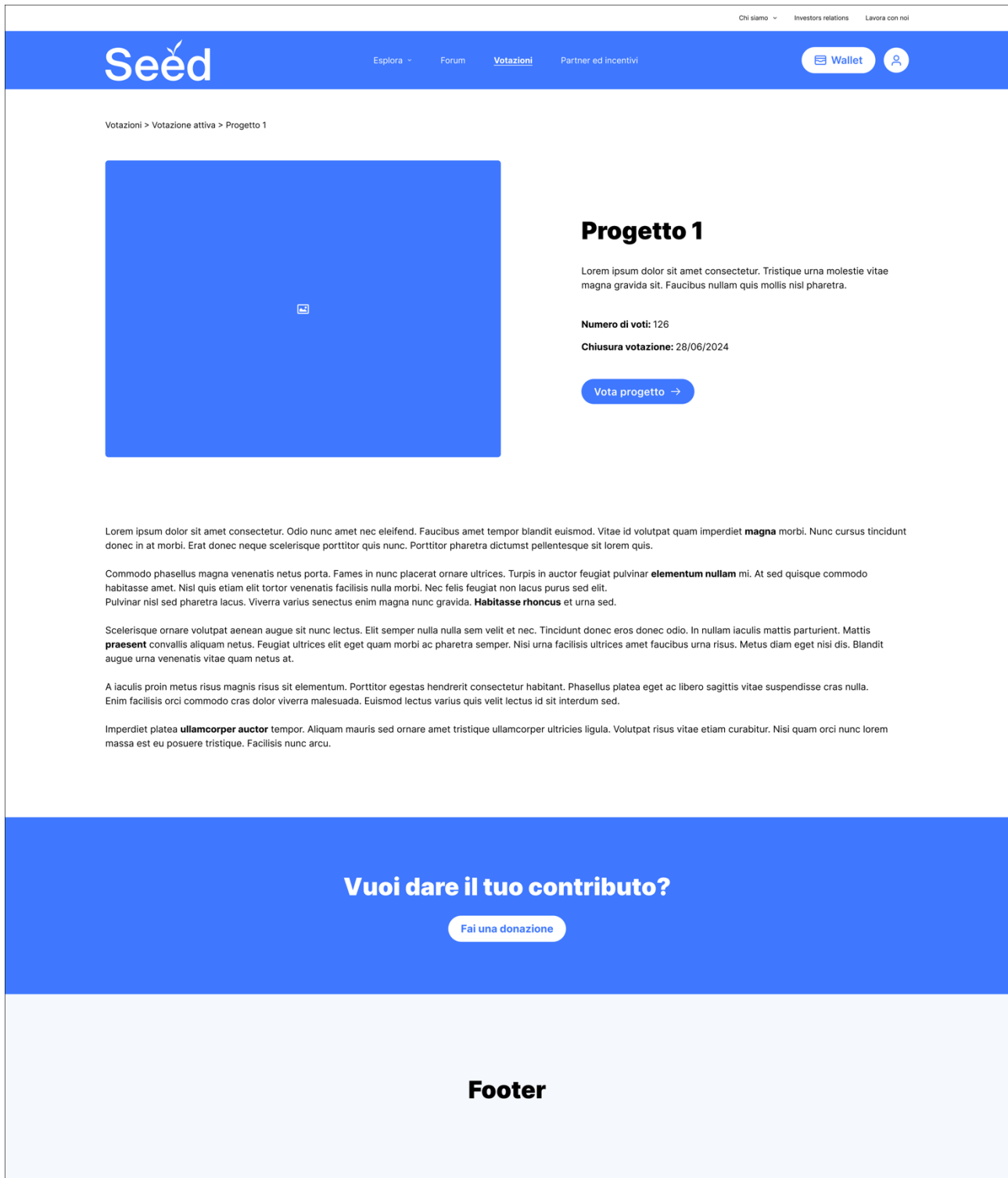
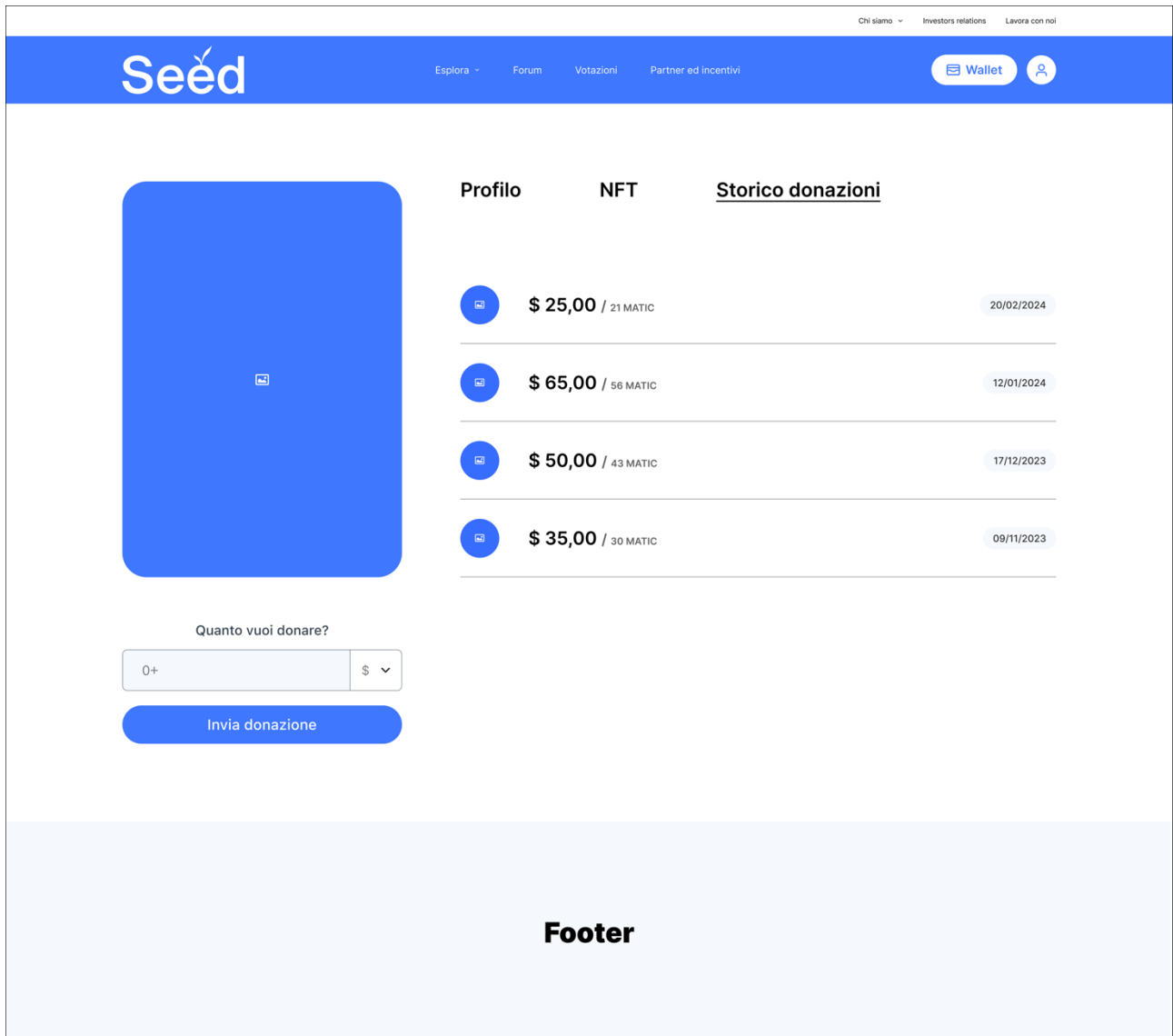


Figura 41 - Wireframe della schermata Area riservata; sezione dedicata allo storico delle donazioni realizzate dall'utente.



3.3.4 - Visual identity

La *visual identity*, rappresenta l'insieme degli elementi grafici e visivi utilizzati per comunicare l'essenza e i valori della piattaforma, come il logo, la color palette, i font e qualsiasi altro elemento che contribuisca a creare un'immagine coesa e distintiva agli occhi del pubblico; più concretamente, ha lo scopo di trasmettere in modo immediato e impattante la missione e la visione del progetto, contribuendo a instaurare un legame emotivo tra la piattaforma e i suoi utenti.

Il seguente paragrafo è dedicato a definire i tre elementi principali della visual identity di Seed: il logo, la color palette e il font.

Prima di procedere, una breve parentesi dedicata al *naming* della piattaforma: la scelta del nome "Seed", che in inglese significa "seme", si rifà chiaramente agli ideali di sostenibilità e rigenerazione promossi dal progetto. In natura il seme rappresenta la promessa di una nuova vita; analogamente, le donazioni racchiudono il potenziale di dare vita a nuovi progetti e iniziative di decarbonizzazione.

Concettualmente rappresenta, dunque, l'ambizione del progetto di innescare un cambiamento significativo attraverso un insieme di piccole azioni.

"Seed" si distingue non solo per la sua semplicità, ma anche per la sua capacità evocativa di crescita e rinnovamento.

La visual identity proposta nasce, dunque, dalla volontà di richiamare questi ideali.

Logo

Secondo il graphic designer israelo-americano Sagi Haviv, un logo efficace dovrebbe incorporare i seguenti principi fondamentali (The Futur, 2018):

- 1. Coerenza:** un logo deve evocare il giusto sentimento che rispecchi la personalità del progetto; per esempio, un logo per un marchio sportivo dovrebbe essere audace e dinamico, mentre uno per un marchio di moda dovrebbe trasudare eleganza.
- 2. Unicità e memorabilità:** un logo dev'essere abbastanza insolito da rimanere impresso nella mente delle persone, al punto che chiunque possa disegnarlo o descriverlo dopo averlo visto solo un paio di volte.
- 3. Semplicità:** probabilmente costituisce l'aspetto più importante; è vitale garantire la versatilità del logo affinché sia riproducibile in una varietà di formati e dimensioni, mantenendo la sua leggibilità e impatto visivo.

Durante la realizzazione del logo si è cercato di seguire i principi sopracitati.

In un primo momento è stata realizzata un'approfondita ricerca del font con l'obiettivo di dare priorità alla leggibilità del logotipo; la scelta è, dunque, ricaduta sul peso medio del sans serif *Suisse Int'l*, un Suisse Grotesque caratteristico per le sue forme sinuose e leggibilità in formati digitali; successivamente si è optato per applicare un leggero raccordo agli spigoli dei caratteri, così da richiamare il concetto di organicità a cui allude il naming. Infine, come tratto distintivo, oltre ad apportare un maggior equilibrio visivo alla composizione, l'introduzione del germoglio che nasce dalla seconda "e" è volto a rievocare i concetti di sostenibilità, crescita, rigenerazione e resilienza, come a ricordare che alla fine la vita trova sempre una strada.

Figura 42 - Logo di Seed.



Color palette

Per quanto riguarda la scelta della color palette, come colore dominante si è optato per l'uso del verde, che tradizionalmente simboleggia la natura e la sostenibilità. Per completare la palette sono state scelte sfumature chiare di colori analoghi⁹⁷, in quanto consentono al colore dominante di emergere con maggior forza, garantendone una visibilità ottimale; infine, una nota di rosa per i tag, che riprende il logo di Polygon, la blockchain su cui si basa Seed. Questa combinazione di colori non solo vuole stabilire una presenza visiva distintiva e armoniosa, ma anche enfatizzare il messaggio di equilibrio ed armonia con la natura che Seed si propone di comunicare.

Figura 43 - Color palette.

Color	C	M	Y	K	R	G	B	Web
● Green	69	15	78	1	87	162	101	57A265
● Dark green	76	28	82	12	69	130	81	458251
● Pink	7	13	0	0	234	221	255	EADDFE
○ White	0	0	0	0	255	255	255	FFFFFF
● Black	0	0	0	100	0	0	0	000000

Font

Per ultimo ma non meno importante, come font di riferimento per i touchpoint della piattaforma è stato scelto il *Gotham*: creato dal tipografo americano Tobias Frere-Jones, si tratta di un font sans serif caratterizzato da una geometria fortemente lineare ed

⁹⁷ Nella teoria dei colori, i colori analoghi sono gruppi di colori che si trovano uno accanto all'altro sulla ruota dei colori; il rosso, l'arancione e il rosso-arancione sono esempi.

essenziale, ispirato nei tratti alle forme geometriche più basilari, quali il quadrato, il triangolo e il cerchio.

Facendo parte di una famiglia molto numerosa di varianti, il punto di forza del Gotham si manifesta nella sua grande versatilità, il che lo rende particolarmente adatto alle applicazioni web, in quanto richiedono un certo grado di flessibilità.

Figura 44 - Font Gotham, Medium.

Gotham, Medium

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg
Hh Ii Jj Kk Ll Mm
Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt
Uu Vv Ww Xx Yy Zz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

3.3.5 - Artwork NFT

L'artwork dell'NFT rappresenta un aspetto fondamentale in quanto conferisce un'identità a un asset altrimenti intangibile. Non si tratta semplicemente di un'espressione artistica, ma di una dichiarazione di intenti che incarna i valori e la missione della piattaforma, facilitando un collegamento emotivo con i suoi utenti.

Nel contesto del progetto, l'artwork può servire come mezzo di sensibilizzazione, trasformando un concetto astratto come l'azione climatica in un'immagine concreta e distinguibile.

Come anticipato precedentemente, per rendere la piattaforma accessibile al maggior numero di persone possibili, si è scelto di proporre una strategia di distribuzione a numero aperto; se da un lato si tratta di una scelta che elimina ogni sorta di barriera all'entrata del progetto, dall'altro pone delle restrizioni nella realizzazione dell'artwork.

Ciò è dovuto al fatto che, dovendo prevedere un numero indefinito di permutazioni per assecondare un numero di utenti imprevedibile, l'unica strada percorribile consiste nell'utilizzo di un software generativo. Questo comporta la scrittura di un algoritmo tramite cui determinati parametri dell'artwork vengono influenzati per ottenere delle variazioni sempre diverse. Nel caso di Seed tali parametri potrebbero essere influenzati dal *token ID*;

come spiegato nel paragrafo 2.1.2, il *token ID* si riflette in un numero intero crescente che permette di identificare univocamente gli NFT appartenenti a una stessa collezione (ovvero gli NFT mintati tramite lo stesso smart contract).

Ciononostante, come accennato precedentemente, questo approccio offre un notevole vantaggio; è infatti possibile archiviare on-chain uno smart contract che includa le regole e i parametri dell'algoritmo al suo interno. In questo modo, ogniqualvolta venga richiesto di mostrare l'artwork dell'NFT (ad esempio, nel sito o nel wallet), invece di rimandare a un URL esterno, lo smart contract potrà fornire al richiedente le istruzioni necessarie per ricreare l'immagine in tempo reale direttamente nel browser, utilizzando standard web come *HTML*, *CSS* e *JavaScript* per interpretarle.

Ciò elimina la dipendenza da server centralizzati per l'hosting dell'immagine, riducendo virtualmente a zero il rischio di link rot o perdita di dati a causa del loro fallimento.

Nonostante a livello progettuale si sia optato per questa strada, ai fini dell'elaborato si è semplicemente realizzato un artwork che si presti a una trasposizione generativa; il risultato proposto è, dunque, solo una rappresentazione di ciò che si vorrebbe ottenere attraverso l'eventuale codificazione dell'algoritmo generativo; a tal proposito, per rendere l'artwork il più coerente possibile con le limitazioni imposte da tale approccio, si è scelto di realizzarlo in un formato SVG⁹⁸ (*Scalable Vector Graphics*), che rappresenta lo standard maggiormente utilizzato nella realizzazione di algoritmi generativi per via della sua compatibilità con la maggior parte dei browser (de la Rouviere, 2021).

Per quanto riguarda l'esecuzione dell'artwork si è mantenuto uno stile in linea con i valori espressi nella visual identity.

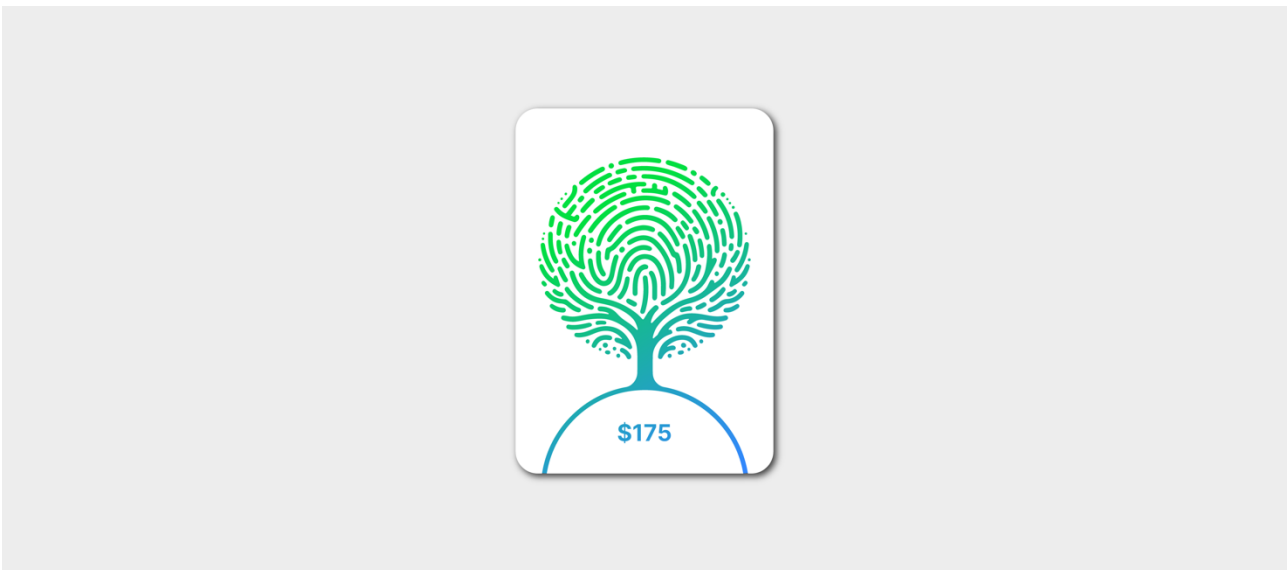
L'immagine simboleggia un albero la cui chioma si conforma a un'impronta digitale: questo costituisce l'elemento generativo dell'artwork. Tale illustrazione vuole sottolineare l'unicità di ciascun NFT, analogamente all'individualità che caratterizza ogni impronta digitale, come una sorta di controparte biometrica che sblocca le funzionalità della piattaforma.

Alla base dell'albero si trova, invece, il "seme", che è rappresentato dal counter dinamico che tiene traccia delle donazioni realizzate. Come indicato dal nome della piattaforma, "Seed", le donazioni racchiudono il potenziale di dare vita a nuovi progetti e iniziative di decarbonizzazione, costituendo il seme simbolico da cui cresce l'albero, effigie dell'impegno climatico del detentore.

Infine, per quanto riguarda la colorazione, si è scelto di proporre un gradiente di colori determinati randomicamente attraverso l'algoritmo generativo, così da dare un senso di ulteriore unicità a ogni NFT; la saturazione e la luminosità saranno limitate artificialmente affinché non possano crearsi combinazioni che compromettano la visibilità dell'artwork sullo sfondo bianco.

⁹⁸ Per SVG si intende un formato di file di grafica vettoriale bidimensionale basato su XML. A differenza delle immagini raster composte da pixel, come quelle in formati JPEG o PNG, le immagini SVG sono formate da primitive geometriche tramite formule matematiche basate su punti e linee su una griglia. Dal momento che sono scritti in codice XML, memorizzano le informazioni di testo come caratteri alfabetici e non come forme, il che consente alla maggior parte dei motori di ricerca di interpretarli come immagini (Adobe Blog, 2023).

Figure 45 e 46 - Declinazioni varie dell'artwork dell'NFT.



3.3.6 - Interfaccia utente (UI)

Infine, determinata la visual identity, è stata realizzata l'interfaccia utente (UI) sulla base dei wireframe progettati.

Figura 47 - UI della schermata Home Page; dedicata a fornire una panoramica della piattaforma.

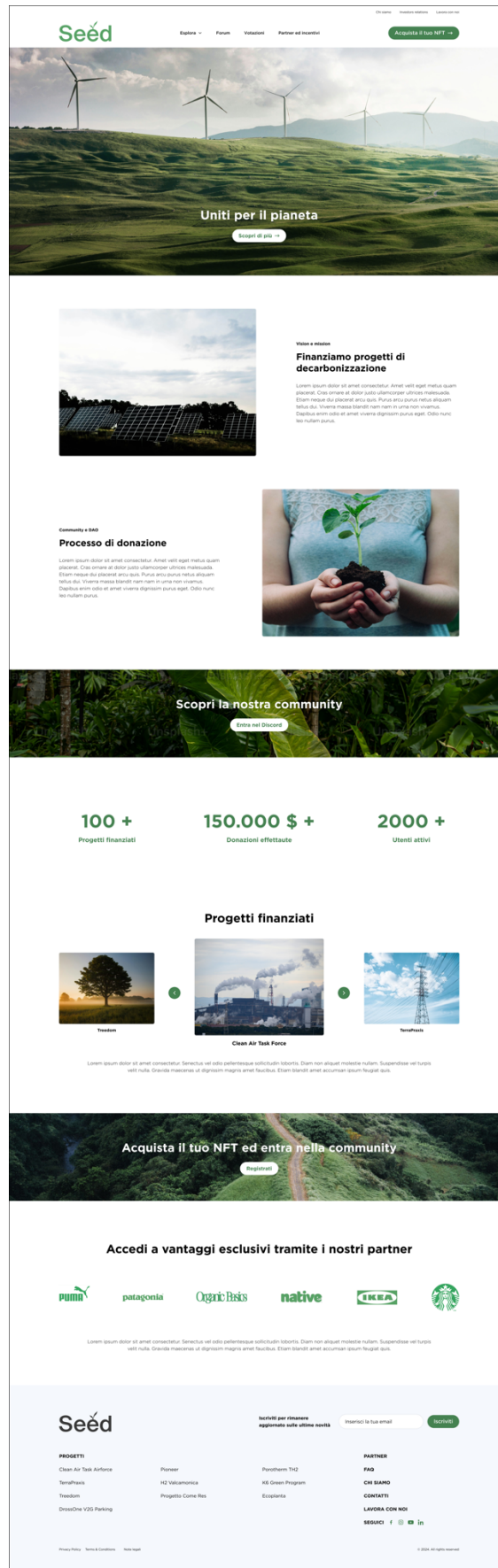


Figura 48 - UI della schermata Forum; sezione dedicata alla discussione dei progetti.

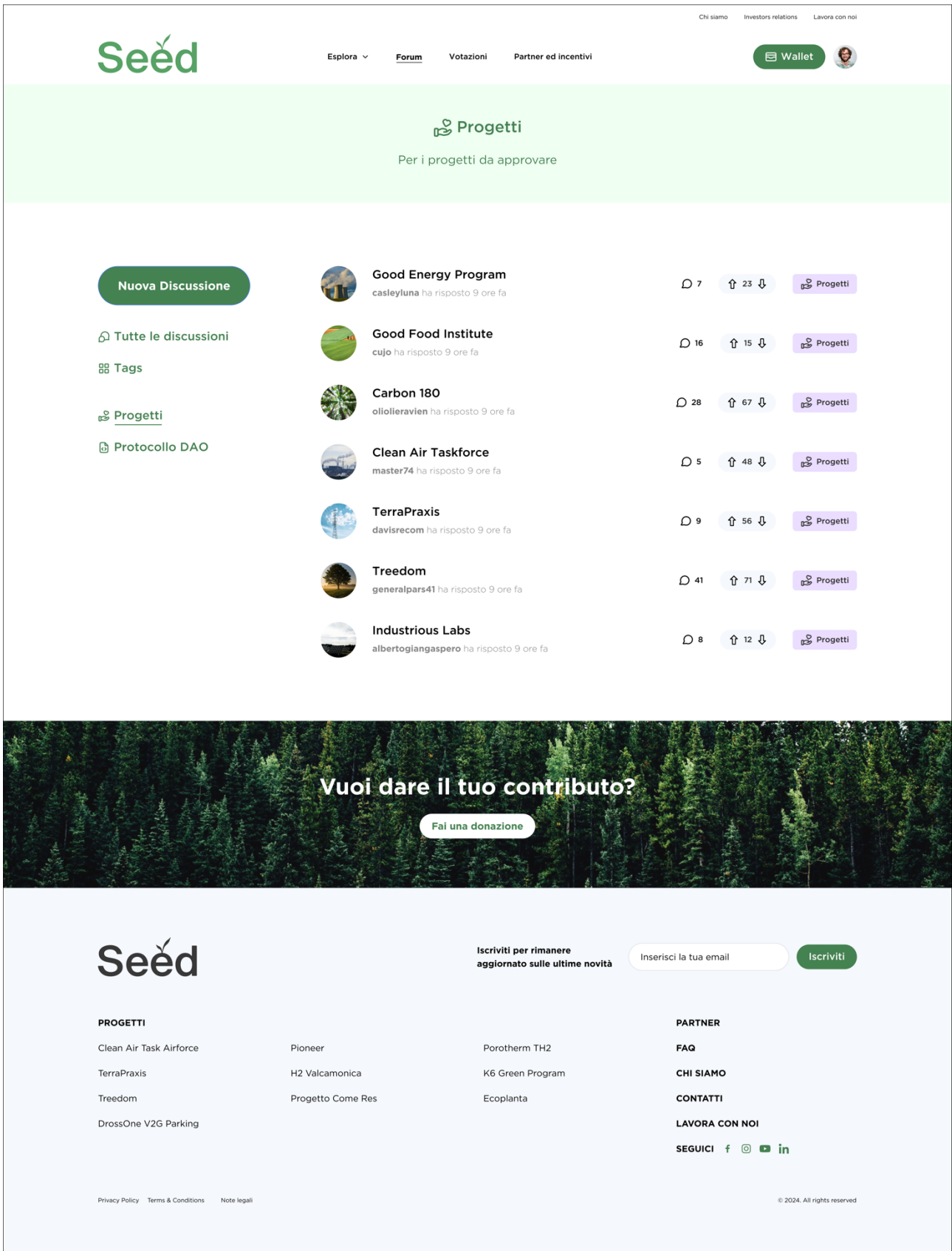


Figura 49 - UI della schermata Votazioni; sezione dedicata alla votazione attiva.

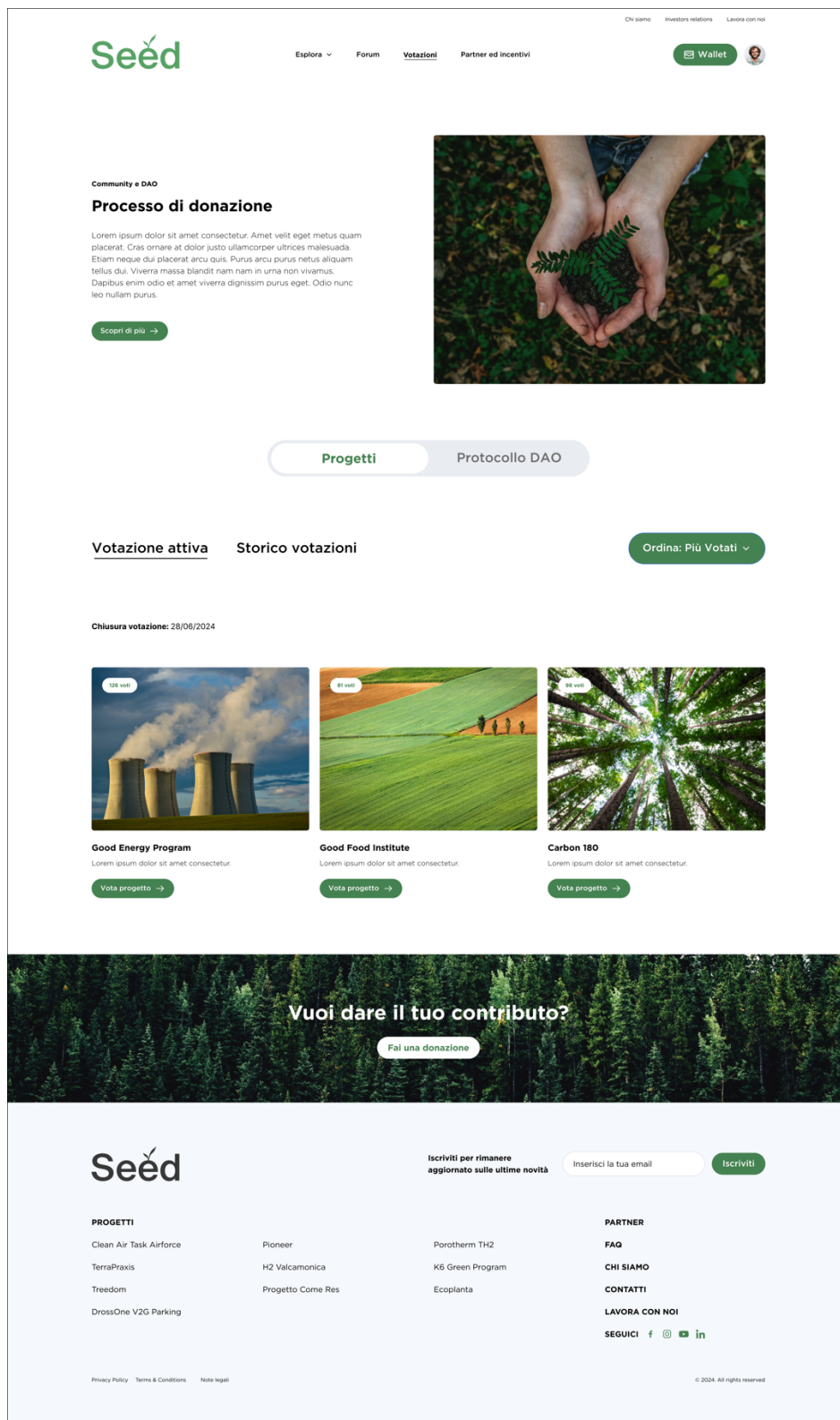


Figura 50 - UI di una pagina di dettaglio su una proposta di progetto da finanziare all'interno della sezione Votazioni.

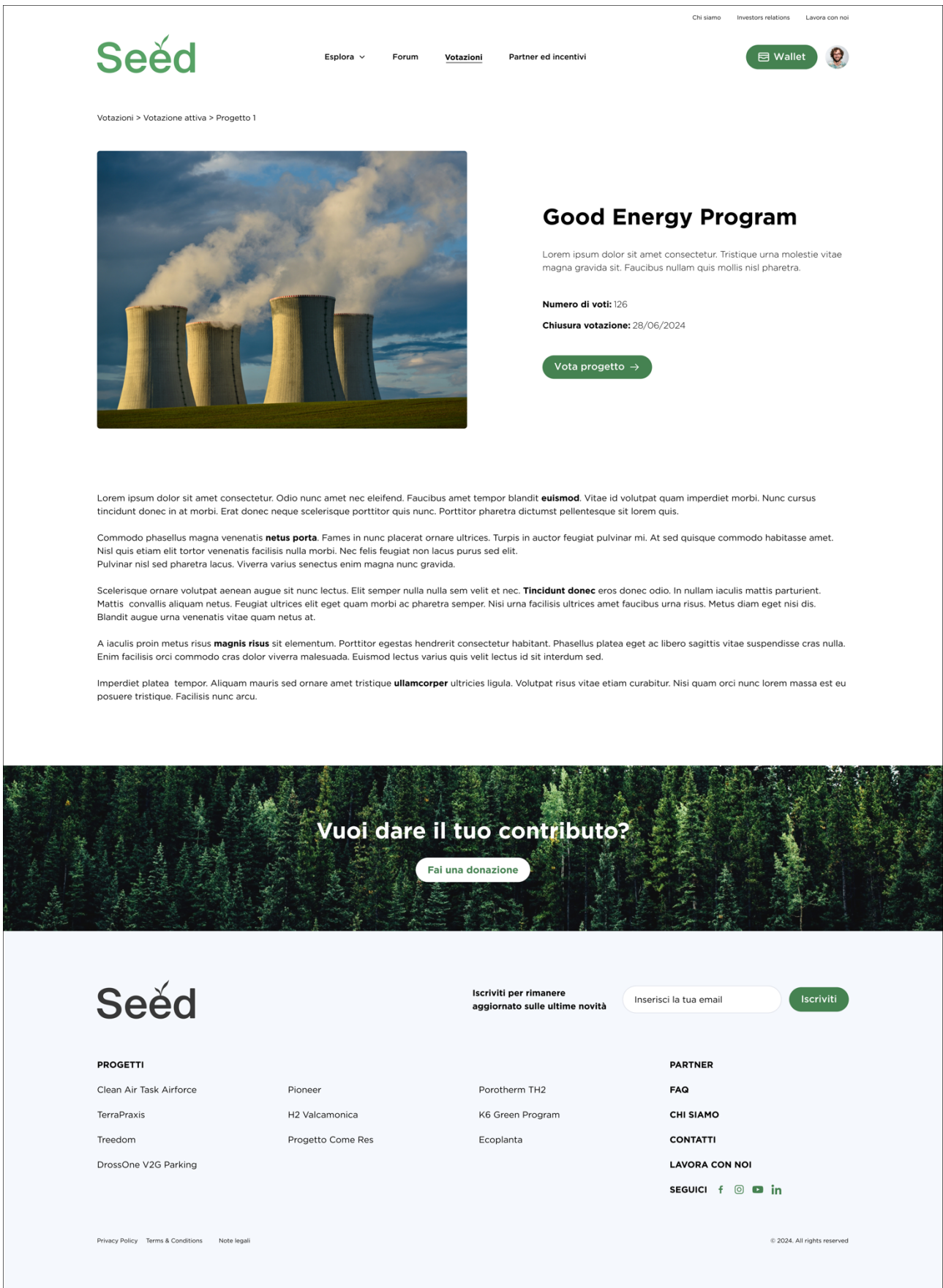
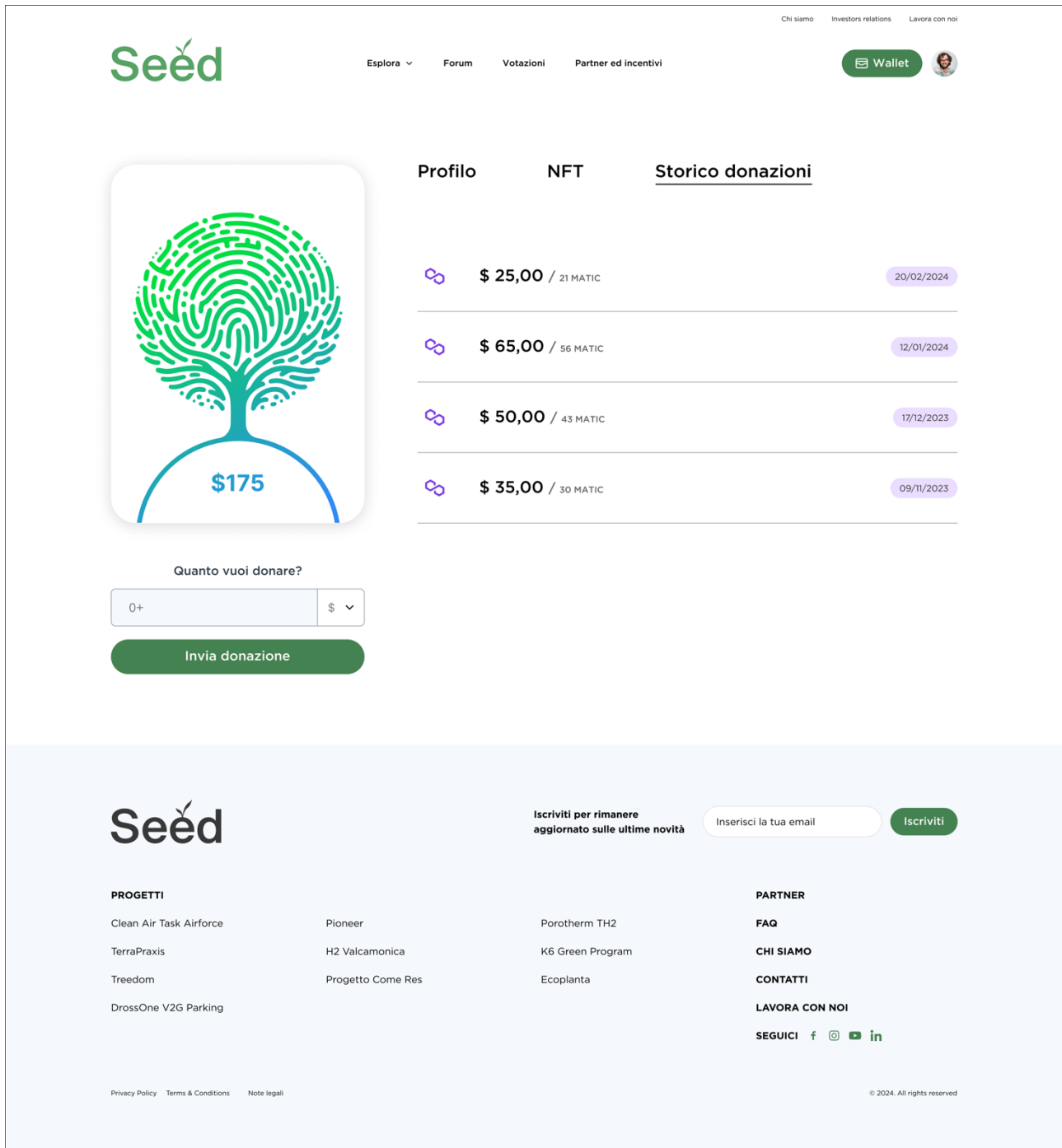


Figura 51 - UI della schermata Area riservata; sezione dedicata allo storico delle donazioni realizzate dall'utente.



3.4 - Conclusioni

3.4.1 - Impatti

Come spiegato precedentemente, nel quadro dell'Agenda 2030 adottata dalle Nazioni Unite, gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs, *Sustainable Development Goals*) rappresentano un insieme di 17 obiettivi globali – suddivisi a loro volta in 169 traguardi – definiti nel 2015 con l'intento di guidare il mondo verso uno sviluppo equo e sostenibile entro il 2030, indirizzando sfide globali relative a questioni ambientali, sociali ed economiche.

Di seguito sono riportati gli SDG e traguardi annessi a cui potenzialmente risponde il progetto (United Nations, 2015).

Obiettivo 7: Energia pulita e accessibile - *“Garantire a tutti l'accesso a servizi energetici economici, affidabili, sostenibili e moderni.”*

- 7.a - Entro il 2030, rafforzare la cooperazione internazionale per facilitare l'accesso alla tecnologia e alla ricerca di energia pulita, comprese le energie rinnovabili, all'efficienza energetica e alla tecnologia avanzata e alla più pulita tecnologia derivante dai combustibili fossili, e promuovere gli investimenti nelle infrastrutture energetiche e nelle tecnologie per l'energia pulita.

Obiettivo 9: Imprese, Innovazione e Infrastrutture - *“Costruire infrastrutture resilienti, promuovere un'industrializzazione inclusiva e sostenibile e favorire l'innovazione.”*

- 9.4 - Entro il 2030, aggiornare le infrastrutture e ammodernare le industrie per renderle sostenibili, con maggiore efficienza delle risorse da utilizzare e una maggiore adozione di tecnologie pulite e rispettose dell'ambiente e dei processi industriali, in modo che tutti i paesi intraprendano azioni in accordo con le loro rispettive capacità.
- 9.a - Facilitare lo sviluppo sostenibile e resiliente delle infrastrutture nei paesi in via di sviluppo attraverso un maggiore sostegno finanziario, tecnologico e tecnico ai paesi africani, ai paesi meno sviluppati, ai paesi in via di sviluppo senza sbocco sul mare e ai piccoli Stati insulari in via di sviluppo.

Obiettivo 11: Città e comunità sostenibili - *“Rendere le città e gli insediamenti urbani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili.”*

- 11.a - Sostenere rapporti economici, sociali e ambientali positivi tra le zone urbane, periurbane e rurali, rafforzando la pianificazione dello sviluppo nazionale e regionale.
- 11.c - Sostenere i paesi meno sviluppati, anche attraverso l'assistenza tecnica e finanziaria, nella costruzione di edifici sostenibili e resilienti che utilizzino materiali locali.

Obiettivo 13: Lotta contro il cambiamento climatico - *“Adottare misure urgenti per contrastare il cambiamento climatico e i suoi impatti regolando le emissioni e promuovendo lo sviluppo di energie rinnovabili.”*

- 13.1 - Rafforzare la resilienza e la capacità di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali in tutti i paesi.
- 13.b - Promuovere meccanismi per aumentare la capacità di una efficace pianificazione e gestione connesse al cambiamento climatico nei paesi meno sviluppati e nei piccoli Stati insulari in via di sviluppo concentrandosi, tra l'altro, sulle donne, i giovani e le comunità locali ed emarginate.

Obiettivo 15: Vita sulla terra - *“Proteggere, recuperare e promuovere l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, gestire in modo sostenibile le foreste, combattere la desertificazione, arrestare il degrado del suolo e fermare la perdita della biodiversità.”*

- 15.1 - Entro il 2030, garantire la conservazione, il ripristino e l'uso sostenibile degli ecosistemi di acqua dolce terrestri e nell'entroterra e dei loro servizi, in particolare le foreste, le zone umide, le montagne e le zone aride, in linea con gli obblighi derivanti dagli accordi internazionali.
- 15.2 - Entro il 2030, promuovere l'attuazione di una gestione sostenibile di tutti i tipi di foreste, fermare la deforestazione, promuovere il ripristino delle foreste degradate e aumentare notevolmente l'afforestamento e riforestazione⁹⁹ a livello globale.
- 15.3 - Entro il 2030, combattere la desertificazione, ripristinare i terreni degradati ed il suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, e sforzarsi di realizzare un mondo senza degrado del terreno.
- 15.a - Mobilitare ed aumentare sensibilmente le risorse finanziarie da tutte le fonti per conservare e utilizzare in modo durevole biodiversità ed ecosistemi.
- 15.b - Mobilitare risorse significative da tutte le fonti e a tutti i livelli per finanziare la gestione sostenibile delle foreste e fornire adeguati incentivi ai paesi in via di sviluppo per far progredire tale gestione, anche per quanto riguarda la conservazione e la riforestazione.

Obiettivo 17: Partnership per gli obiettivi - *“Rafforzare le modalità di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile.”*

- 17.3 - Mobilitare ulteriori risorse finanziarie per i Paesi in via di sviluppo da più fonti.

Figura 52 - I sei SDG a cui risponde il progetto.



3.4.2 - Sfide e sviluppi futuri

Data la complessità dei temi trattati e la natura imprevedibile dell'ecosistema Web3, il progetto costituisce attualmente un semplice punto di partenza.

Trovandosi ancora in una fase embrionale, le tecnologie blockchain sono, infatti, in uno stato di costante evoluzione e sperimentazione, il che da un lato apre nuovi scenari promettenti, ma dall'altro presenta una serie di sfide significative. La loro natura emergente richiede, dunque, un approccio prudente attraverso un'attenta valutazione dei rischi associati, con l'obiettivo di navigare con successo un panorama in rapido cambiamento.

⁹⁹ Secondo la definizione delle Nazioni Unite quando si parla di afforestamento si intende l'intervento in un'area deforestata da oltre 50 anni, mentre per riforestazione si intende un'azione su un terreno già in precedenza forestale, ma che nel passato è stato convertito ad altri usi (Lanza, 2021).

L'accessibilità alle tecnologie Web3 può ancora risultare complessa per una vasta porzione della popolazione; nonostante la piattaforma sia stata progettata con l'obiettivo di facilitare il più possibile l'interazione con tali tecnologie, esistono comunque delle barriere all'entrata inevitabili, come ad esempio la necessità di un wallet, che possono rappresentare ostacoli significativi per un'adozione di massa.

Come con qualsiasi venture nell'ecosistema Web3, il successo di un progetto ReFi è direttamente dipendente dallo stato del mercato delle criptovalute, la cui volatilità può influenzare negativamente la stabilità dei fondi raccolti e, di conseguenza, l'impatto effettivo delle donazioni. Nonostante il progetto si basi su una blockchain stabilmente in crescita, si tratta comunque di un ulteriore elemento che ha il potenziale di destabilizzare il progetto.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è il fatto che il quadro legislativo relativo alle tecnologie blockchain sia ancora in fase di definizione in molte giurisdizioni, il che può dare luogo a situazioni di ambiguità normativa. Gli enti regolatori e le autorità governative possono influenzare il progetto attraverso regolamentazioni, leggi o politiche; per questo motivo la loro comprensione delle tecnologie blockchain risulta cruciale per la sostenibilità legale e operativa di iniziative quali Seed. Diventa, dunque, essenziale interfacciarsi proattivamente con loro per navigare al meglio un ecosistema in continua evoluzione, assicurandosi di rimanere conformi alle normative vigenti per aumentare la legittimità e sostenibilità a lungo termine del progetto.

Per coordinare i membri di una community verso un obiettivo comune è necessario essere consapevoli dell'eterogeneità che la compone. Per il momento il progetto prevede che la comunicazione avvenga su due canali, ovvero il forum e Discord; tuttavia, si tratta di un approccio che potrebbe non essere alla portata di tutti, in quanto sono spazi che, per chi non è abituato, possono risultare soverchianti. Man mano che la community evolve sarà, dunque, importante diversificare i canali di comunicazione per assecondare tale eterogeneità, mantenendo alto l'engagement di tutte le parti coinvolte.

Analogamente, la crescita organica della community andrà a guidare il processo di evoluzione del protocollo della DAO. Come discusso in precedenza, infatti, nelle fasi iniziali è richiesto un certo livello di centralizzazione, in quanto non tutte le operazioni di un'organizzazione decentralizzata possono essere automatizzate fin da subito tramite l'implementazione di smart contract; coerentemente con gli obiettivi della community, è dunque prevista l'introduzione progressiva di forme sempre più complesse di decentralizzazione (magari supportate tramite l'integrazione di sistemi di intelligenza artificiale), volte a facilitare le attività della stessa in relazione alle esigenze che via via si manifesteranno.

Un aspetto che rientra nelle regole del protocollo della DAO è l'aggiornamento del modello di governance utilizzato. In futuro si potrebbe, ad esempio, ipotizzare l'implementazione di nuove funzionalità quali la delegazione del voto, oppure l'introduzione di strumenti per rendere le votazioni più trasparenti: se da un lato la modalità di votazione delineata nel progetto offre il vantaggio di mantenere un equilibrio democratico, evitando le problematiche tipiche dei modelli plutocratici, dall'altro si espone alla possibilità di subire attacchi di Sybil¹⁰⁰; un individuo potrebbe, infatti, creare wallet multipli così da poter acquistare più NFT, per bypassare il limite di un voto per utente e sbilanciando il potere decisionale in suo favore. Per aggirare questo tipo di problematica, si potrebbe pensare di introdurre soluzioni KYC (*Know Your Customer*, in italiano "conosci il tuo cliente"), ovvero strumenti di verifica

¹⁰⁰ L'attacco di Sybil è un attacco informatico in cui un sistema di reputazione viene sovvertito creando identità multiple (Trifa & Khemakhem, 2014).

dell'identità di terze parti quali *BrightID*. Questo approccio consentirebbe di validare l'identità dei partecipanti in modo sicuro e affidabile, preservando al contempo l'anonimato e la sicurezza dei dati personali; integrando meccanismi di identificazione digitale di questo tipo, il progetto potrebbe quindi rafforzare la propria struttura contro tentativi di manipolazione, assicurando che ogni voto provenga da un utente unico e reale, e mantenendo così l'integrità del sistema democratico alla base della DAO.

Infine, come discusso nel paragrafo dedicato alla spiegazione del concept, il progetto prevede delle partnership attraverso cui l'utenza, raggiungendo determinate soglie di donazione, possa accedere a vantaggi esclusivi, come sconti sui loro prodotti o sbloccando l'accesso a determinati servizi; si tratta di un punto fondamentale del progetto, il cui approfondimento, data la molteplicità di attori che concorrono nell'implementazione, rimane inevitabilmente rilegato agli sviluppi futuri.

3.4.3 - Ultime considerazioni

In ultima analisi, sebbene il percorso descritto necessiti di ulteriori approfondimenti per arrivare a una maturità progettuale, il risultato proposto rimane in linea con le premesse dell'elaborato.

Nato dalla volontà di esplorare un nuovo strumento tecnologico, il percorso si è prevalentemente focalizzato sulla fase di ricerca. Malgrado i soggetti dello studio, ovvero gli NFT e le tecnologie Web3 in senso lato, siano caratterizzati da una carenza di letteratura per via della loro recente insorgenza, attraverso il contatto diretto con attori dell'ecosistema, è stato possibile colmare tali lacune e ottenere una comprensione più profonda dei meccanismi, dei limiti e delle potenzialità in loro insite.

Allineandosi ai valori del movimento ReFi, si è dimostrato come un utilizzo opportuno delle tecnologie blockchain possa giocare un ruolo fondamentale nel coordinamento di risorse economiche, evidenziando il potenziale delle piattaforme decentralizzate nel catalizzare un'azione climatica (e non solo) efficace.

La soluzione proposta si colloca, dunque, all'intersezione di questi mondi, ponendosi come framework progettuale potenzialmente scalabile ed adattabile su altri contesti.

La continua ricerca e sviluppo nell'ambito Web3 saranno determinanti nel plasmare il futuro di iniziative quali Seed; ciò che oggi appare come un progetto sperimentale potrebbe, infatti, presto divenire prassi comune nelle strategie di crowdfunding e nella mobilitazione di risorse economiche in generale.

La conclusione di questa tesi, dunque, non segna la fine, ma piuttosto l'inizio di un percorso di innovazione continua, volto alla ricerca di soluzioni sempre più efficaci per un futuro più sostenibile ed equo.

Infine, si tiene a sottolineare che questo elaborato rappresenti semplicemente una fotografia del momento, in quanto, data la complessità e la novità delle tecnologie esaminate, gli scenari e le informazioni presentate potrebbero evolversi rapidamente.

4. Bibliografia

4.1 - Bibliografia e sitografia

- Adobe Blog. (2023). *File SVG: Come crearli, modificarli e aprirli* | Adobe.
<https://www.adobe.com/it/creativecloud/file-types/image/vector/svg-file.html>
- Andon, C., Davis, M., Pham, H. T., & Schroeder, J. (2019). *System and method for providing cryptographically secured digital assets* (United States Brevetto US10505726B1).
<https://patents.google.com/patent/US10505726B1/en>
- Arnould, E. J., Arvidsson, A., & Eckhardt, G. M. (2021). Consumer Collectives: A History and Reflections on Their Future. *Journal of the Association for Consumer Research*, 6(4), 415–428. <https://doi.org/10.1086/716513>
- Ashraf, A. (2022, settembre 15). *Vitalik Buterin Says Ethereum Merge Cut Global Energy Usage by 0.2%, One of Biggest Decarbonization Events Ever*.
<https://www.coindesk.com/business/2022/09/15/vitalik-buterin-says-ethereum-merge-cut-global-energy-usage-by-02-one-of-biggest-decarbonization-events-ever/>
- Berns, G. S., Cohen, J. D., & Mintun, M. A. (1997). Brain regions responsive to novelty in the absence of awareness. *Science*, 276(5316), 1272–1275. Scopus.
<https://doi.org/10.1126/science.276.5316.1272>
- Beyer, E. J. (2023, gennaio 4). Blockchain 101: All the Basics Explained. *Nft Now*.
<https://nftnow.com/guides/blockchain-101-all-the-basics-explained/>
- Biancolli, A. (2022, luglio 23). Cosa sono gli NFT musicali. *Blockchain NFT Italia*.
<https://blockchainftitalia.com/nft-musicali/>
- Binance Blog. (2022a). *All You Need to Know About NFT Smart Contracts*. Binance Blog.
<https://www.binance.com/en/blog/nft/all-you-need-to-know-about-nft-smart-contracts-568745413587703085>
- Binance Blog. (2022b). *Let's Get Technical: What Is NFT Metadata?* Binance Blog.
<https://www.binance.com/en/blog/nft/lets-get-technical-what-is-nft-metadata-80655932618109691>
- Bland, A. (2022, ottobre 21). *Donating to Climate Charities Might Be Better Than Buying Carbon Offsets*. TIME. <https://time.com/6213470/offsets-donate-climate-action/>

- Bradshaw, C. J. A., Ehrlich, P. R., Beattie, A., Ceballos, G., Crist, E., Diamond, J., Dirzo, R., Ehrlich, A. H., Harte, J., Harte, M. E., Pyke, G., Raven, P. H., Ripple, W. J., Saltré, F., Turnbull, C., Wackernagel, M., & Blumstein, D. T. (2021). Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future. *Frontiers in Conservation Science*, 1. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcosc.2020.615419>
- Byrne, M. (2017, marzo 10). La Turing Completezza è dove meno te l'aspetti. *Vice*. <https://www.vice.com/it/article/aeqq54/turing-completeness-is-where-you-least-expect-it>
- Campbell-Verduyn, M. (2021). *Conjuring a cooler world? Blockchains, imaginaries and the legitimacy of climate governance* (Working Paper 28). Global Cooperation Research Papers. <https://doi.org/10.14282/2198-0411-GCRP-28>
- Cheikosman, E. (2022, settembre 21). *Web3 tech can be used to fight climate change. Here's how*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/09/regenerative-finance-web3-climate-change/>
- Chen, C. Y., & Pham, M. T. (2019). Affect regulation and consumer behavior. *Consumer Psychology Review*, 2(1), 114–144. <https://doi.org/10.1002/arcp.1050>
- Clarke, L. (2022, gennaio 30). How do we solve bitcoin's carbon problem? *The Observer*. <https://www.theguardian.com/technology/2022/jan/30/how-do-we-solve-bitcoins-carbon-problem>
- Climate Watch. (2020). | *Greenhouse Gas (GHG) Emissions* | Climate Watch. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2020&start_year=1990
- Coinbase Blog. (s.d.). *Che cos'è una divisione fork?* Recuperato 24 ottobre 2023, da <https://www.coinbase.com/it/learn/crypto-basics/what-is-a-fork>
- Cole, O. (2022, febbraio 25). *What are value drivers and why are they important?* The Mastering Entrepreneurship Blog. <https://masteringentrepreneurship.blog.jbs.cam.ac.uk/value-drivers-and-why-are-they-important/>

- Cope, J. (2002, aprile 8). *What's a Peer-to-Peer (P2P) Network?* Computerworld.
<https://www.computerworld.com/article/2588287/networking-peer-to-peer-network.html>
- Creighton, J. (2023, gennaio 12). NFTs Explained: A Must-Read Guide to Everything Non-Fungible. *Nft Now*. <https://nftnow.com/guides/what-is-nft-meaning/>
- Cristalli, B. (2023, gennaio 27). *Metaverso | Treccani, il portale del sapere*.
https://www.treccani.it/magazine/lingua_italiana/articoli/parole/Metaverso.html
- Das, D., Bose, P., Ruaro, N., Kruegel, C., & Vigna, G. (2022). *Understanding Security Issues in the NFT Ecosystem* (arXiv:2111.08893). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.08893>
- Dattilo, N. (2022, settembre 30). *The Psychology Behind The Fear of Missing Out (FOMO)*. Forbes Health. <https://www.forbes.com/health/mind/the-psychology-behind-fomo/>
- de la Rouviere, S. (2021, agosto 25). *Flavours of On-Chain SVG NFTs on Ethereum*. Simondlr.Com. <https://blog.simondlr.com/posts/flavours-of-on-chain-svg-nfts-on-ethereum>
- De Marchis, C. (2022, giugno 27). How many types of NFTs are there? *Medium*.
<https://cdm.medium.com/how-many-types-of-nfts-are-there-815f94a44ce9>
- DeNicola, L. (2023, aprile 20). *What Is Polygon? How does it work?* Forbes Advisor.
<https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/what-is-polygon/>
- Desanlis, H., Esmaeili, N., Janik, K., Lau, T., & Turnlund, M. (2023, novembre 1). *Funding trends 2023: Climate change mitigation philanthropy*.
<https://content.climateworks.org/funding-trends-2023>
- Dunham, K., & Melnick, J. (2009). *Malicious bots: An inside look into the cyber-criminal underground of the internet*. Boca Raton : CRC Press.
http://archive.org/details/malicio_dun_2009_00_4004
- Ecosystem Marketplace. (2022, agosto 3). VCM Reaches Towards \$2 Billion in 2021: New Market Analysis Published from Ecosystem Marketplace. *Ecosystem Marketplace*.
<https://www.ecosystemmarketplace.com/articles/the-art-of-integrity-state-of-the-voluntary-carbon-markets-q3-2022/>

- Ehrlich, S. (2023). *What Is Web3?* Forbes. <https://www.forbes.com/sites/digital-assets/article/what-is-web3/>
- Ethereum Blog. (2023, ottobre 24). *Ethereum Energy Consumption*. Ethereum.Org. <https://ethereum.org/en/energy-consumption/>
- Exmundo, J. (2022, giugno 14). Romania Plans to Use NFTs To Decrease Bureaucracy (Updated). *Nft Now*. <https://nftnow.com/news/romania-to-use-nfts-to-decrease-bureacracy/>
- Fath, B. D., Fiscus, D. A., Goerner, S. J., Berea, A., & Ulanowicz, R. E. (2019). Measuring regenerative economics: 10 principles and measures undergirding systemic economic health. *Global Transitions*, 1, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2019.02.002>
- FinCEN. (2019). *Application of FinCEN's Regulations to Certain Business Models Involving Convertible Virtual Currencies* | FinCEN.gov. <https://www.fincen.gov/resources/statutes-regulations/guidance/application-fincens-regulations-certain-business-models>
- Følstad, A., & Kvale, K. (2018). Customer journeys: A systematic literature review. *Journal of Service Theory and Practice*, 28(2), 196–227. <https://doi.org/10.1108/JSTP-11-2014-0261>
- Forlin, G. (2022, agosto 9). *#Trustless: Come la Blockchain sta costruendo la fiducia eliminandone la necessità*. European Bitcoiners. <https://europeanbitcoiners.com/trustless-come-la-blockchain-sta-costruendo-la-fiducia-eliminandone-la-necessita/>
- Frankenfield, J. (2023a). *51% Attack: Definition, Who Is At Risk, Example, and Cost*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/1/51-attack.asp>
- Frankenfield, J. (2023b). *What Is a Hash? Hash Functions and Cryptocurrency Mining*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/h/hash.asp>

- Garay, J., Kiayias, A., & Leonardos, N. (2017). The Bitcoin Backbone Protocol with Chains of Variable Difficulty. In J. Katz & H. Shacham (A c. Di), *Advances in Cryptology – CRYPTO 2017* (Vol. 10401, pp. 291–323). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63688-7_10
- George, B. (2022, aprile 27). *What Are PFP NFTs?* <https://www.coindesk.com/learn/what-are-pfp-nfts/>
- Ghorbanzadeh, M. (2023, luglio 9). *Proof-of-stake (PoS)*. Ethereum.Org. <https://ethereum.org>
- Giacomelli, S. (2012). *Governance in «Dizionario di Economia e Finanza»*. [https://www.treccani.it/enciclopedia/governance_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/governance_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza))
- Gieson, A. (2022, dicembre 13). The Value of On-Chain Blockchain Storage in Relation to NFTs. *In Writing*. <https://medium.com/in-writing/the-value-of-on-chain-blockchain-storage-in-relation-to-nfts-e50f9c8ce546>
- Giovanardi, E., & De Simone, D. (2022). *Siamo tutti non fungibili. La guida per il tuo viaggio negli NFT*. goWare.
- Grammatica, D. (2022, luglio 8). *Cos'è un Rug Pull e come evitarlo*. The Crypto Gateway. <https://thecryptogateway.it/rug-pull/>
- Grasmann, S. (2022, aprile 24). Regenerative Finance (ReFi). *Medium*. <https://sgrasmann.medium.com/regenerative-finance-refi-c31e498e357d>
- Graves, S., Tran, K. C., & moreReese. (2022, maggio 18). *What is ERC-721? The Ethereum NFT Token Standard*. Decrypt. <https://decrypt.co/resources/erc-721-ethereum-nft-token-standard/>
- Greenfield, P. (2023a, gennaio 18). Revealed: More than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>

- Greenfield, P. (2023b, marzo 10). Biggest carbon credit certifier to replace its rainforest offsets scheme. *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/environment/2023/mar/10/biggest-carbon-credit-certifier-replace-rainforest-offsets-scheme-verra-aoe>
- Guidi, B., & Michienzi, A. (2023). From NFT 1.0 to NFT 2.0: A Review of the Evolution of Non-Fungible Tokens. *Future Internet*, 15, 189. <https://doi.org/10.3390/fi15060189>
- Hasan, H. R., Madine, M., Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Boscovic, D. (2023). Using NFTs for ownership management of digital twins and for proof of delivery of their physical assets. *Future Generation Computer Systems*, 146, 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2023.03.047>
- Hassan, S., & Filippi, P. D. (2021). Decentralized Autonomous Organization. *Internet Policy Review*, 10(2). <https://policyreview.info/glossary/DAO>
- Hastings, E. M., Wong, S. K., & Walters, M. (2006). Governance in a co-ownership environment: The management of multiple-ownership property in Hong Kong. *Property Management*, 24, 293–308. <https://doi.org/10.1108/02637470610660165>
- Holbrook, M. B., & Hirschman, E. C. (1982). The experiential aspects of consumption: Consumer fantasies, feelings and fun. *Journal of Consumer Research*, 9(2), 132–140. Scopus.
- Houben, D. R., & Snyers, A. (2018). *Cryptocurrencies and blockchain*. 18–19.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017, gennaio 1). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (A c. Di). (2021). Technical Summary. In *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2021-the-physical-science-basis/technical-summary/C2CEDD5A12E7B8FEDCDEF32D85D0F279>
- Jagers, S. C., & Stripple, J. (2003). Climate Governance Beyond the State. *Global Governance: A Review of Multilateralism and International Organizations*, 9(3), 385–399. <https://doi.org/10.1163/19426720-00903009>

- Jensen Schau, H., Gilly, M. C., & article.], [David Glen Mick served as editor and Eric J. Arnould served as associate editor for this. (2003). We Are What We Post? Self-Presentation in Personal Web Space. *Journal of Consumer Research*, 30(3), 385–404. <https://doi.org/10.1086/378616>
- Jovacchini, L., & Nardella, P. (2020, agosto 27). *Token: Cos'è e come viene utilizzato nelle criptovalute*. Blockchain 4innovation. <https://www.blockchain4innovation.it/criptovalute/token-cose-come-viene-utilizzato/>
- Karvez, K. (2023). *Oracles*. Ethereum.Org. <https://ethereum.org>
- Ko, K., Jeong, T., Woo, J., & Hong, J. W.-K. (2023). Survey on blockchain-based non-fungible tokens: History, technologies, standards, and open challenges. *International Journal of Network Management*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/nem.2245>
- Krishnan, M., Samandari, H., Woetzel, J., Smit, S., Pachtod, D., Pinner, D., Naucclér, T., Tai, H., Farr, A., Wu, W., & Imperato, D. (2022, gennaio). *The net-zero transition: What it would cost, what it could bring*. <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20net%20zero%20transition%20what%20it%20would%20cost%20what%20it%20could%20bring/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring-final.pdf>
- Kufuor, K. (2022, aprile 21). *The State of NFT Data Storage*. Medium. <https://thecontrol.co/the-state-of-nft-data-storage-c471c1af58d5>
- Lal, R., & Follett, R. F. (2009). *Soil carbon sequestration and the greenhouse effect* (2nd ed). Soil Science Society of America.
- Lanza, E. (2021, settembre 10). *Afforestazione, riforestazione, forestazione urbana ... Facciamo chiarezza*. <https://blog.treedom.net/it/si-fa-presto-a-dire-riforestazione.-una-guida-per-capire>
- Lavazza, C. (2022, marzo 28). *La Stakeholder map è uno strumento della UX e del design thinking che aiuta a capire chi e come coinvolgere nel progetto*. Maria Cristina Lavazza. <https://mclavazza.it/mappare-gli-stakeholde-in-pratica/>
- Longo, A. (2022, novembre 15). *Crypto-Arte Radicale? | Not | NERO*. Not. <https://not.neroeditions.com/crypto-arte-radicale/>
- Maldonado, J. (2019, febbraio 8). *Cos'è la Tokenomics o l'economia dei token?* <https://academy.bit2me.com/it/che-cosa-sono-i-token-di-economia-tokenomica/>

- Mattila, J. (2016). The Blockchain Phenomenon – The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures. *ETLA Working Papers*, Articolo 38.
<https://ideas.repec.org/p/rif/wpaper/38.html>
- Merriam-Webster. (s.d.). *Definition of NFT*. Recuperato 6 marzo 2024, da
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/NFT>
- Meyer, R. (2020, dicembre 1). The Best Way to Donate to Fight Climate Change (Probably). *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/science/archive/2020/12/how-to-donate-to-fight-climate-change-effectively/617248/>
- Modelli, M. (2024, febbraio 2). *Il prezzo della CO₂: Il Voluntary Carbon Market e l'ETS*.
<https://www.u2y.io/blog/voluntary-carbon-market-e-sistema-ets>
- Mueller, S. (2020, ottobre 29). *Collecting: An Urge That's Hard to Resist* | *Psychology Today*. <https://www.psychologytoday.com/us/blog/the-mind-collector/202010/collecting-urge-s-hard-resist>
- Nabben, K. (2021, luglio 29). Experiments in algorithmic governance continue [Substack newsletter]. *Kelsie - on the cataclysmia of digital infrastructure*.
<https://kelsienabben.substack.com/p/experiments-in-algorithmic-governance>
- Nardi, C. (2012). *crowdfunding in Vocabolario—Treccani*.
[https://www.treccani.it/vocabolario/crowdfunding_res-1116213f-8997-11e8-a7cb-00271042e8d9_\(Neologismi\)](https://www.treccani.it/vocabolario/crowdfunding_res-1116213f-8997-11e8-a7cb-00271042e8d9_(Neologismi))
- Neumüller, A. (2023, dicembre 1). *Ethereum's climate impact: A contemporary and historical perspective - News & insight*. Cambridge Judge Business School.
<https://www.jbs.cam.ac.uk/2023/ethereums-climate-impact-a-contemporary-and-historical-perspective/>
- Newman, L. H. (2024, novembre 5). How to Keep Your Bitcoin Safe and Secure. *Wired*.
<https://www.wired.com/story/how-to-keep-bitcoin-safe-and-secure/>
- Olson, D. (Regista). (2022, gennaio 21). *Line Goes Up – The Problem With NFTs*.
https://www.youtube.com/watch?v=YQ_xWvX1n9g
- Platz, B. (2022, gennaio 31). Metadata Key to Unlocking NFT Utility. *The New Stack*.
<https://thenewstack.io/metadata-key-to-unlocking-nft-utility/>

- Powell, F. (2022, settembre 26). *L'inverno delle criptovalute sta arrivando: Tutto quello che devi sapere sul crypto winter*. Forbes Advisor Italia. <https://www.forbes.com/advisor/it/investire/criptovalute/crypto-winter/>
- PROV-DM: The PROV Data Model*. (2013). <https://www.w3.org/TR/prov-dm/#dfn-provenance>
- Ray, S. (2022, aprile 3). NFTs And Smart Contracts. *Lansaar*. <https://medium.com/lansaar/nfts-and-smart-contracts-6c4c5516d5a0>
- Real Vision. (2023). Smart Contracts for NFTs. *Real Vision*. <https://www.realvision.com/blog/smart-contracts-for-nfts>
- Reguerra, E. (2022, dicembre 8). *NFTs minted on FTX break, highlighting Web2 hosting flaws*. Cointelegraph. <https://cointelegraph.com/news/nfts-minted-on-ftx-break-highlighting-web2-hosting-flaws>
- Reiff, N. (2023, settembre 30). *Decentralized Autonomous Organization (DAO): Definition, Purpose, and Example*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/tech/what-dao/>
- Rob, P., & Coronel, C. (2007). *Database Systems: Design, Implementation, and Management*. Cengage Learning.
- Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2015). *Information Architecture: For the Web and Beyond*. O'Reilly Media, Inc.
- Sánchez-Fernández, R., & Iniesta-Bonillo, M. Á. (2007). The concept of perceived value: A systematic review of the research. *Marketing Theory*, 7(4), 427–451. <https://doi.org/10.1177/1470593107083165>
- Savelyev, A. (2016). *Contract Law 2.0: «Smart» Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law* (SSRN Scholarly Paper 2885241). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2885241>
- Sergeenkov, A. (2023, marzo 22). *Cosa sono gli NFT dinamici? Comprendere l'evoluzione dell'NFT*. <https://www.coindesk.com/it/learn/what-are-dynamic-nfts-understanding-the-evolving-nft/>
- Sharma, T., Kwon, Y., Pongmala, K., Wang, H., Miller, A., Song, D., & Wang, Y. (2023). *Unpacking How Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) Work in Practice* (arXiv:2304.09822). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.09822>

- Sheldon, R. (2023). *What is primitive in computer programming?* – TechTarget Definition. WhatIs.Com. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/primitive>
- Singer, P. (2013, marzo). *Peter Singer: Il come e perchè di «Effective Altruism» (altruismo efficace) | TED Talk.* https://www.ted.com/talks/peter_singer_the_why_and_how_of_effective_altruism?language=it
- Smith, D. S. S. (2019, settembre 23). Blockchain's potential to revolutionize crowdfunding. *IBM Blog.* <https://www.ibm.com/blog/blockchains-potential-to-revolutionize-crowdfunding/>
- Spada, A., & Caprarelli, P. (2022, novembre 4). *Cos'è la CO2 equivalente (CO2e) e come si calcola?* zeroCO2. <https://zeroco2.eco/it/magazine/sostenibilita-aziendale/co2-equivalente-co2e/>
- Spinoglio, G. (2022, settembre 13). Proof of Stake: Perché sta sostituendo il Proof of Work nelle blockchain. *Blockchain 4innovation.* <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/proof-of-stake-cose-perche-sta-soppiantando-il-proof-of-work/>
- Sweeney, J. C., & Soutar, G. N. (2001). Consumer perceived value: The development of a multiple item scale. *Journal of Retailing*, 77(2), 203–220. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(01\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(01)00041-0)
- Tagliaferri, S. (2022, giugno 1). *Cosa si intende per videogiochi play-to-earn?* Multiplayer.it. <https://multiplayer.it/articoli/cosa-si-intende-per-videogiochi-play-to-earn.html>
- Taibi, F.-Z., Konrad, S., & Bois von Kursk, O. (2020). *2020 Pocket Guide to NDCs.* <https://ecbi.org/sites/default/files/2020%20Pocket%20Guide%20to%20NDCs.pdf>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World.* Penguin.
- The Futur (Regista). (2018, dicembre 14). *What Makes A Logo Great & Iconic? W/ Sagi Haviv.* <https://www.youtube.com/watch?v=Fz-XGd8EX3U>
- Tiffany, K. (2022, ottobre 4). The Battle for the Soul of the Web. *The Atlantic.* <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/10/internet-archive-decentralized-web-web3-brewster-kahle/671647/>

Treccani. (s.d.). *infungibile*—Treccani. Treccani. Recuperato 6 marzo 2024, da <https://www.treccani.it/vocabolario/infungibile/>

Treccani. (2012). *carbon tax*—Treccani. Treccani. [https://www.treccani.it/enciclopedia/carbon-tax_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/carbon-tax_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/)

Trifa, Z., & Khemakhem, M. (2014). Sybil Nodes as a Mitigation Strategy Against Sybil Attack. *Procedia Computer Science*, 32, 1135–1140. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.544>

Troy, A., & Bagstad, K. (2009). *Estimating Ecosystem Services in Southern Ontario*. <https://alus.ca/wp-content/uploads/2016/08/estimation-of-ecosystem.pdf>

UN Environment Programme. (2023, novembre 8). *Emissions Gap Report 2023*. UNEP - UN Environment Programme. <http://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>

United Nations. (2015, settembre 25). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/89/pdf/n1529189.pdf?token=abodt5RSoENIWmeRC2&fe=true>

U.S. Attorney's Office. (2023, gennaio 5). *Eastern District of New York | Non-Fungible Token (NFT) Developer Charged in Multi-Million Dollar International Fraud Scheme | United States Department of Justice*. <https://www.justice.gov/usao-edny/pr/non-fungible-token-nft-developer-charged-multi-million-dollar-international-fraud>

U.S. Energy Information Administration. (2021). *International—U.S. Energy Information Administration (EIA)*. <https://www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-consumption?pd=2&p=0000002&u=0&f=A&v=mapbubble&a=-&i=none&vo=value&t=C&g=0001&l=249-ruwwwfvtnvv1rvvvfwwwfvvou20evvvvvvvvvvvsvs0008&s=315532800000&e=1609459200000&>

Vandenberg, E. (2023, aprile 5). No, NFTs Are Not Just Digital Collectibles. *Nft Now*. <https://nftnow.com/features/no-nfts-and-digital-collectibles-arent-the-same-thing/>

Veness, C. (2019). *SHA-256 Cryptographic Hash Algorithm implemented in JavaScript | Movable Type Scripts*. <https://www.movable-type.co.uk/scripts/sha256.html>

- Wade, J. (2023, settembre 23). *Layer 1 vs. Layer 2: The Difference Between Blockchain Scaling Solutions*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/what-are-layer-1-and-layer-2-blockchain-scaling-solutions-7104877>
- Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021). *Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges* (arXiv:2105.07447). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.07447>
- Yilmaz, T., Sagfossen, S., & Velasco, C. (2023). What makes NFTs valuable to consumers? Perceived value drivers associated with NFTs liking, purchasing, and holding. *Journal of Business Research*, 165, 114056. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114056>
- Young Platform. (2023, gennaio 12). *Chiave pubblica e privata: Cosa sono e a cosa servono*. <https://academy.youngplatform.com/blockchain/la-chiave-pubblica-e-privata/>
- Zeithaml, V. A. (1988). *Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence*. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/002224298805200302>

