

Che cos'è il metaverso? Definizioni*

di Glauco Ciprari, Augusto Preta e Ettore Russo

Definire il metaverso¹

Il metaverso viene visto da molti come il prossimo step evolutivo del cyberspazio, come il Web3 e la Decentralizzazione lo sono per internet. Entrambe le rivoluzioni stanno avvenendo nello stesso momento e possono essere viste come l'una il completamento dell'altra. Si pensa che questo connubio potrebbe portare a un nuovo universo digitale e digitalizzato in cui si realizzerà una realtà virtuale e interconnessa perfettamente integrata con il mondo fisico. Grazie a quel novero di tecnologie oggi raccolte sotto il cappello dell'XR (*eXtended Reality*) sarà possibile immergersi nel meta-universo e intrecciare le esperienze sociali, di consumo e di *business*, sia reali che virtuali. Il mondo del *gaming* è stato solo l'*incipit*. Allo stato attuale milioni di utenti già si riuniscono in luoghi virtuali per assistere a concerti in 3D, fanno acquisti con criptovalute in centri commerciali che non esistono in forma fisica e possiedono case e terreni in mondi completamente digitali. Ciò sta rapidamente creando un'economia di risorse e beni considerevole e in costante crescita.

Possiamo quindi pensare al metaverso come a un insieme di fattori, tendenze e tecnologie distinti, non necessariamente nuovi, che stanno convergendo per crearlo. Per analogia stiamo assistendo a quanto avvenne con l'avvento dello *smartphone*, che riuniva una fotocamera, un telefono cellulare, un computer e il relativo sistema operativo in un unico dispositivo. Le tecnologie coinvolte non erano nuove e anche in quel caso la rivoluzione consisteva nella convergenza di queste tecnologie verso una *user-experience*, questa sì del tutto nuova, che è stata in grado di accelerare e cambiare radicalmente il processo di informatizzazione del mondo moderno.

* È il testo di un capitolo del paper 97 di Astrid, *Metaverso: definizioni, tecnologie e modelli di business*, elaborato nell'ambito della ricerca Astrid-LED su *Metaverso: mercati e regole*, coordinata da Fabiana Di Porto e Andrea Stazi. Questo paper è stato predisposto da uno specifico sottogruppo coordinato da Federico Merola e Ettore Russo. Il testo completo del paper può essere letto qui: https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/pape/paper_metaverso_maggio_2024.pdf

¹ Sezione a cura di Glauco Ciprari

È ovvio a questo punto che il concetto di metaverso non può essere ridotto a una singola esperienza, seppur multicanale e sensoriale, su una specifica piattaforma. È piuttosto un unico concetto che rappresenta l'interazione tra fisico e digitale con una serie di caratteristiche distintive: persistenza, immersività, fruizione in modalità *real-time*, economia propria, concorrenza di servizi *e-business* e un modello contributivo aperto secondo il principio della *coopetition*. Di fatto oggi il metaverso è un sistema di mondi, o più specificamente meta-mondi (di una *community*, un *vendor* o un *social network*), che quasi sempre implementano solo parte di queste caratteristiche. È il sistema e l'interazione di questi meta-mondi che nel suo insieme restituisce agli utenti l'esperienza effettiva e completa del metaverso.

Ma le caratteristiche descritte finora non bastano ad abilitare la fruizione del metaverso, c'è bisogno di alcuni ulteriori aspetti trasversali da considerare quali l'identità garantita indipendentemente dai meta-mondi, la proprietà diretta dei propri dati e *asset* da parte degli utenti e la possibilità di rendere unico, sicuro e interoperabile in tutto il metaverso quanto si possiede e si è. È qui che si realizza il completamento del metaverso attraverso il Web3. Il nuovo modello di internet decentralizzato e utente-centrico ha alla base tecnologie come la Blockchain, la tokenizzazione e gli NFT (*non fungible token*), e consente di avere finalmente gli strumenti tecnologici per implementare e rendere sicuri proprio questi aspetti.

In sintesi, possiamo definire il metaverso come la naturale e graduale convergenza di mondo digitale e mondo fisico. Un'esperienza persistente in cui il proprio io digitale si scambia e fonde continuamente con l'io reale e dove le emozioni, i ricordi e in generale le esperienze sociali digitali competono e si completano con i corrispettivi reali per significato e valore. Non è tanto solo questione di tecnologia o immersione virtuale, quanto di consentire all'umanità di vivere in forma digitale, aumentata e condivisa, ciò che la rende umana².

I “meta-mondi”: caratteristiche e potenzialità³

Come visto il metaverso può essere considerato come un sistema di meta-mondi, molti dei quali oggi sono piattaforme di gioco evolute; i meta-mondi per lo più non sono esperienze di metaverso complete, alcuni infatti si concentrano solo su specifiche attività.

² Per una ricognizione più sistematica della definizione di metaverso, anche alla luce delle iniziative portate avanti dalla Commissione europea, si rimanda a: ThinkTank, CERRE and Di Porto, Fabiana and Foa', Daniel, *Defining Virtual Worlds: Main Features and Regulatory Challenges (July 2023)*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4507397> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4507397>

³ Sezione a cura di Glauco Ciprari

Ad esempio, restando nel *gaming*, in Fortnite si gioca a salvare il mondo ma allo stesso tempo si acquistano oggetti collegati a marchi e licenze di brand reali (recentemente Disney ha stipulato un accordo da 1,5 miliardi di dollari con Epic Games, società che ha sviluppato Fortnite). In Axie Infinity si allevano creature, rappresentate da NFT e quindi scambiabili sulla base di un modello economico specifico, che poi si fanno combattere tra loro, in LokaLocal, meta-mondo basato su mappe 3D di luoghi realmente esistenti, i giocatori possono rilassarsi nelle versioni digitali dei loro luoghi di ritrovo preferiti.

In sostanza le stesse piattaforme di gaming stanno crescendo grazie al metaverso. Roblox, che poteva essere considerato un meta-mondo già nel 2006, ora consente agli utenti di creare i propri giochi e progettare, acquistare e vendere abbigliamento, accessori e altri oggetti per gli avatar personali, oltre a ospitare eventi virtuali. Sandbox e Decentraland, già progettati per integrarsi con tecnologie e servizi del Web3, oggi attirano i principali marchi internazionali che acquistano terreni e avviano le proprie attività in questi meta-mondi.

Iniziano a comparire anche meta-mondi per la collaborazione in ambito lavorativo. Microsoft Mesh il 24 gennaio 2024 ha terminato la fase di preview ed è diventata a pieno titolo la piattaforma per la mixed reality di Microsoft Teams, dando la possibilità di realizzare riunioni e call in modalità più immersiva con spazi virtuali dedicati, accessibili sia con che senza visori VR. Sarà quindi possibile sfruttare gli HoloLens 2 e Horizon Workplaces di Meta. Ma non solo. Sempre Meta sta proseguendo lo sviluppo di Horizon Worlds, che beneficia della stretta integrazione di Meta Quest e Facebook, e Horizon Home per favorire le relazioni sociali e costruire il proprio rifugio virtuale dove rilassarsi o invitare amici e parenti. Infine, Omniverse di Nvidia che potrebbe essere il primo meta-mondo fotorealistico.

Possiamo definire i meta-mondi come applicazioni sociali che consentono di coinvolgere le più ampie tipologie di utenza in altrettanto ampie modalità. In grado di funzionare su smartphone, tablet, browser per PC e visori AR o VR. I meta-mondi sono costruiti per ospitare le proprie comunità virtuali e i propri contenuti, con un proprio modello di business e regole. Anche l'economia ha un ruolo fondamentale. Spesso nei meta-mondi si possono identificare modelli economici che ricalcano quelli reali (abbonamenti, acquisti in app, pubblicità) ma anche pattern innovativi come quello delle offerte iniziali di asset digitali rappresentanti un diritto, un bene, un sistema di pagamento o addirittura una security. Questi asset possono essere creati, scambiati, acquistati e venduti grazie a monete virtuali legate al metaverso di appartenenza o a piattaforme decentralizzate trasversali come la Blockchain dove *smart contract*, *token* e criptovalute ne garantiscono un'implementazione trasparente e disintermediata.

In generale è fondamentale l'utilizzo di questi nuovi modelli e tecnologie perché aumentano il coinvolgimento, l'efficienza, la trasparenza e allo stesso tempo in molti casi abbattano rischi e costi, facilitando la creazione di ecosistemi collaborativi con proprie economie e servizi, in cui utenti, aziende e pubbliche amministrazioni possono incontrarsi in modo più diretto ed efficace.

L'approccio più corretto dovrebbe essere quello di costruire meta-mondi in cui le componenti collaborano in modo coordinato e governato, secondo un modello di interoperabilità scalabile, sicuro e condiviso. Allo stesso tempo deve essere considerata l'integrazione con gli attuali sistemi e tecnologie laddove quanto accade nel metaverso debba avere dei riscontri anche nel mondo reale.

Le principali potenzialità sono nel poter immaginare, grazie a questo approccio, meta-mondi dove reale e digitale dialogano costantemente e in cui si affermano i concetti di *Digital Twin* e Cyber-fisico, anche nel mondo industriale, e dove i processi sono resi sempre più automatici e le decisioni vengono prese con il supporto di modelli virtuali e dell'Intelligenza Artificiale che analizza in pochi secondi una straordinaria mole di informazioni. I dati provenienti da sorgenti molteplici ed eterogenee sono integrati dalla sensoristica IoT e organizzati tra loro attraverso i Big Data, mentre infrastrutture Cloud, architetture decentralizzate e soluzioni di Cybersecurity li rendono scalabili, interoperabili e sicuri. Un modello in cui le tecnologie sono in grado di tracciare, certificare e regolare i meta-mondi e se stesse, secondo aspetti legali, etici e culturali specifici dei contesti in cui operano.

[La Comunicazione della Commissione europea su Web 4.0 e mondi virtuali⁴](#)

La Commissione europea nel luglio del 2023 ha pubblicato una comunicazione dedicata al tema dei mondi virtuali e del “web 4.0”⁵. L'oggetto dell'atto in questione non è, almeno apparentemente, direttamente il metaverso ma sono, i “mondi virtuali”, concetto di fatti sovrapponibile a quello di “meta mondo” che si è scelto per questo *paper* e il “Web 4.0”, il quale visto come il “prossimo” (“atteso”, nel testo) stadio di evoluzione del word wide web.

In questo spazio, non ci sembra opportuno entrare profondamente nel merito dei contenuti dell'iniziativa della Commissione, la quale rappresenta un primo tentativo delle istituzioni

⁴ Aggiornamento curato da Ettore Russo

⁵ Commissione Europea. *Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni “Un'iniziativa dell'UE sul web 4.0 e i mondi virtuali: muoversi in anticipo verso la prossima transizione tecnologica”* COM(2023) 442 final. Luglio 2023

europee di avvicinarsi al tema del metaverso con un atto, proprio in ragione dell'obiettivo strategico "esplorativo", non vincolante come una Comunicazione. Ci interessa, però approfondire il tema delle definizioni scelte, e confrontarle con quanto scritto nel paper (il testo ivi presentato infatti è stato prodotto ben prima che la Commissione pubblicasse la Comunicazione e rappresenta quindi una ragionevole prospettiva di taglio "scientifico/industriale" al tema della definizione di "meta-mondo/mondo virtuale" e di "metaverso/web 4.0").

La Commissione europea definisce i mondi virtuali come:

*"[...] ambienti persistenti e immersivi, basati su tecnologie quali il 3D e la realtà estesa (XR), che consentono di combinare in tempo reale il mondo fisico e il mondo digitale per una molteplicità di scopi, come ad esempio la progettazione, l'esecuzione di simulazioni, la collaborazione, l'apprendimento, la socializzazione, la realizzazione di transazioni o l'intrattenimento."*⁶

E il Web 4.0, come:

*"[...] l'attesa quarta generazione del World Wide Web. Utilizzando l'intelligenza artificiale e ambientale avanzata, l'internet delle cose, le transazioni blockchain affidabili, i mondi virtuali e le potenzialità della XR, gli oggetti e gli ambienti digitali e reali sono pienamente integrati e comunicano gli uni con gli altri, consentendo esperienze realmente intuitive e immersive, combinando senza soluzione di continuità il mondo fisico e il mondo digitale."*⁷

In primo luogo, è rilevante osservare come la Commissione europea scelga di definire il concetto di mondo virtuale con un riferimento molto preciso a tecnologie, "3D" e "XR", abilitanti della convergenza tra mondo "fisico" e "digitale". La definizione scelta invece in questa sede per meta-mondo, era complessivamente più "larga", vale a dire che è un meta mondo un'"applicazione sociale" in grado di fare interagire più utenti, utilizzando strumenti di hardware diversi, tra cui visori per l'XR, e che abilitano la creazione di comunità virtuali con proprie regole e persino modelli di business⁸. In altre parole, il meta-mondo rappresenta uno step successivo rispetto al semplice virtual world.

Una differenza ontologicamente più profonda vale per la definizione di metaverso qui proposta rispetto a quella di Web 4.0 proposta dalla Commissione. Quest'ultima rappresenta il prodotto di una scelta definitoria molto netta: la Commissione difatti pone il metaverso in continuità con il web 3.0 e lo definisce Web 4.0. Il Web 3.0 teoricamente

⁶ Ibidem.

⁷ Ibidem.

⁸ Infra.

è diverso dal Web3; infatti, nel primo caso generalmente si fa riferimento a Web 3.0 come al c.d. Web Semantico e al Web3 come a un web basato sulla decentralizzazione e sulla responsabilizzazione diretta degli utenti. In ogni caso per il Web 4.0 definito dalla Commissione europea, ancora una volta sono un elemento distintivo le tecnologie abilitanti: IA, IoT, Blockchain, XR, nonché lo è l'integrazione tra mondi virtuali e l'immersività dell'esperienza che permette la convergenza tra mondo fisico e virtuale. Benché da un punto di vista "operativo" si osserva che il contenuto di questa definizione di *Web 4.0* e quello della definizione di *metaverso*, proposta qui, sia sostanzialmente sovrapponibile, ci sembra inoltre rilevante sottolineare come nel presente paper si sia esplicitamente definito il metaverso come uno stadio evolutivo del cyberspazio – non semplicemente di internet – abilitato dal Web3, non, quindi, come propone la Commissione europea, come la sola evoluzione del Web 3.0. Si ritiene che la definizione di web 4.0 proposta dalla Commissione sia sostanzialmente ricompresa nel perimetro di quella di metaverso proposta dal Sottogruppo. Tuttavia, quest'ultima facendo riferimento al cyberspazio come categoria di riferimento risulta essere necessariamente più ampia.

Un esempio di meta-mondo: il caso *The Sandbox*⁹

Il progetto attuale nasce da due titoli per smartphone chiamati rispettivamente "The Sandbox", pubblicato nel 2011, e "The Sandbox Revolution" del 2019. Si tratta di un gioco tanto bello quanto intuitivo da giocare.

Gli sviluppatori intendono imporsi sul mercato garantendo ai creatori la vera proprietà delle loro opere come NFT. È un'esperienza 3D in pixel volumetrici pieno di contenuti generati dagli utenti.

Per costruire gli assets, *The Sandbox* si affida al software proprietario e gratuito Box Edit. Una volta creato il contenuto di interesse, l'utente potrà esportarlo sul market place ufficiale per permettere a chiunque di acquistarlo come NFT. L'asset verrà caricato in una rete protocollo peer to peer e registrato sulla blockchain per dimostrare la sua proprietà da parte del creatore.

Chiunque potrà accedere a tale strumento, che non richiede alcuna abilità di programmazione e include guide per apprendimento rapido e semplificato. Come gli assets, anche i giochi (games) possono essere monetizzati.

Si collocano in appezzamenti di terreno chiamati *land*, contenuti in una mappa unica, dove gli utenti potranno eseguire le seguenti azioni:

⁹ Sezione a cura di Augusto Preta

- giocare e creare giochi all'interno di un land dove creare uno spazio sociale di qualsiasi genere;
- guadagnare *token*;
- limitare l'accesso al *land*;
- monetizzare per pagare l'affitto ed agire anche sulla governance dell'appezzamento;
- preparare attività personalizzate per cui ottenere dei compensi speciali. Gli utenti potranno anche formare un *district*, ma per farlo è necessario che vi siano almeno due proprietari distinti, con diritto a promulgare regole di governance all'interno del distretto e quindi organizzazioni autonome decentralizzate.

Sand è il vero fulcro su cui si basa *the Sandbox*. Si tratta di un **token ERC 20** disponibile dall'Agosto 2020 e utilizzato per qualsiasi transazione interna al gioco, come valuta di *the Sandbox*. Caratteristica chiara del token è la potenziale crescita nel valore, a causa della sua limitata disponibilità: sono disponibili solo 3 miliardi di *sand* per gli utenti.

Qualsiasi transazione in *sand* prevede una tassa di transazione del 5%, di cui il 50 va allo *staking pool* (una porzione di *sand* progettata come fondo per pagare gli interessi di *staking* degli utenti), e il restante alla *foundation* (costituita dai fondatori stessi di *the Sandbox*).

Per ottenere *sand* ci sono vari metodi. Si possono acquistare piattaforme di *exchange* come Binance, Crypto, Huobi o Poloniex. In altre parole, sarà necessaria una spesa iniziale in valuta reale. Ci si può anche iscrivere al programma Ambassador della piattaforma, con il compito di educare la community e monitorare i canali social, o offrire *feedback* sui vari servizi. O ancora il programma Referral con cui ottenere il 10% del valore degli acquisti effettuati dagli utenti invitati nei loro primi 30 giorni dopo l'iscrizione.

Altri token della piattaforma sono **Gems** e **Catalyst**, ed entrambi servono a definire il livello di un asset e la sua rarità.

I Catalyst sono quattro (Common, Rare, Epic e Legendary), e stabiliscono quante gemme possono avere, quanti attributi e quante copie rendere disponibili nel *market place*. Le gemme invece sono cinque e sono necessarie al fine di attribuire specifiche caratteristiche ad un *asset*.

Gli sviluppatori hanno posto dei limiti all'economia di the Sandbox (esiste un numero specifico di *land* e di *sand*, e i *land* sono stati venduti ad investitori in una serie di round già conclusi).

The Sandbox ha infatti suddiviso i *land* in tre partizioni (il 74% del totale agli utenti, il 10% agli sviluppatori e il 16% distribuita a *content creator* e giocatori come ricompensa). La prima partizione è stata venduta in 5 round di prevendita distinti, a partire da un prezzo ridotto di listino che ammonta a 48 dollari. Nel 2020 l'intero *pool* di *land* è stato venduto ad investitori e giocatori secondo la politica "chi prima arriva, prima alloggia".

Tra gli investitori figurano anche nomi importanti appartenenti all'industria videoludica e non solo.

Il primo gigante che ha voluto investire su the Sandbox è stato Atari il quale ha sfruttato il game-maker interno per ricreare giochi iconici come Pong e Superbreakout.

Nel settembre 2020 poi si sono unite ben sette realtà differenti come Coin Telegraph, passando anche per il Market Ludex e per la piattaforma Community Gaming. Dal settembre 2020 the Sandbox ha annunciato la collaborazione con i Puffi per la creazione di villaggi a tema su *land* e *assets* speciali dedicati alla *community* di creatori. O ancora, alla lista si sono aggiunti il *browser* Opera e grandi nomi come Squarenix, tutti proprietari di *land* esclusive.

Nel 2021 the Sandbox ha poi annunciato la partnership strategica con il portale South China Morning Post, con il famoso rapper Snoop Dog, per portare The Walking Dead nel metaverso.

A inizio Novembre 2021 the Sandbox ha svelato un round di investimenti per un totale di 93 milioni di dollari, così da espandere l'ecosistema del metaverso di the Sandbox più rapidamente. Al momento si prevede il coinvolgimento di migliaia di creatori e di artisti, senza contare sei studi di sviluppo e la creazione di nuovi posti di lavoro. Allo stato attuale si contano oltre 30 mila utenti attivi mensilmente, di cui il 50% passa più di un'ora al giorno in game.

Il fattore ecologia giocherà inoltre a favore di the Sandbox, poiché si va verso nuove soluzioni NFT eco-friendly che utilizzano 100 volte meno energia rispetto allo standard precedente. Oltretutto, the Sandbox ha iniziato ad acquisire carbon credits per compensare le emissioni con rimozione di carbonio tramite piattaforme basate su blockchain, fornendo la massima trasparenza ad utenti e investitori.

Infine, è stata rinnovata la collaborazione con We Forest, impegnandosi a cedere l'1% ricavato dalla vendita di *land* calcolata per ogni ettaro acquistato dagli utenti, per proteggere e ripristinare le foreste in Etiopia, Zambia e Brasile. Il tutto ha portato alla conferma del lancio della Alpha di the Sandbox il 29 Novembre 2021. I giocatori potranno acquistare un ticket NFT chiamato “the Alpha pass”, necessario per accedere alle 18 esperienze interne a the Sandbox sviluppate dalla *foundation* stessa. Anche i giocatori senza pass potranno vivere 3 delle 18 esperienze selezionate e divertirsi con altri giocatori, senza però poter accedere alle ricompense.

I margini di crescita e il potenziale di the Sandbox sono notevoli e ci permettono di comprendere come questa piattaforma possa candidarsi come metaverso ricco di esperienze ludiche e sociali dove unirsi al resto della *community* e creare nuovi contenuti sempre più intriganti.

Alla fine del 2022 il gioco dovrebbe approdare su smartphone e arricchirsi con i token della community, per diventare uno dei principali meta-mondi aperti.

Glossario¹⁰

- 5G

Il 5G è la quinta generazione di standard per la telefonia mobile che promette velocità di trasmissione dati superiori, latenza ridotta, maggiore connettività e affidabilità rispetto alle generazioni precedenti. Questa tecnologia è rilevante per lo sviluppo del Web 3 e del metaverso in quanto fornisce le fondamenta necessarie per supportare l'ampio volume di dati, le esperienze immersive e le interazioni simultanee che caratterizzano questi nuovi paradigmi digitali.

- Architettura di rete¹¹

L'architettura di rete è il design generale di una rete, che include la struttura fisica (*hardware*) e il *software* (compresi protocolli di rete) che fornisce le funzionalità di connessione e comunicazione. L'architettura può essere organizzata in livelli o strati,

¹⁰ Sezione scritta da Ettore Russo sulla base dei contenuti del testo

¹¹ Vedi par.

ciascuno dei quali fornisce un servizio svolgendo determinate azioni all'interno del livello stesso e utilizzando i servizi del livello immediatamente (gerarchicamente) inferiore. Questa organizzazione in strati, nota come modello a strati o modello OSI, è uno strumento importante per comprendere e gestire le complessità delle reti. L'architettura di rete di Internet, ad esempio, comprende cinque livelli: fisico, collegamento, rete, trasporto e applicazione.

- Cross Reality / Realtà estesa / XR

L'XR, o Realtà Estesa, è una tecnologia emergente che si basa sull'integrazione di elementi virtuali e reali in un'unica esperienza immersiva. La Realtà Estesa è una categoria di tecnologie immersive che comprende: la Realtà Aumentata (AR), la Realtà Virtuale (VR) e la Realtà Mista (MR).

Realtà Estesa (*Extended Reality*, XR): È un termine ombrello che include la combinazione di diverse tecnologie immersive come la Realtà Virtuale (VR), la Realtà Aumentata (AR) e la Realtà Mista (MR). La XR si riferisce a qualsiasi esperienza che combina il mondo reale con elementi virtuali, creando un'interazione tra il mondo fisico e quello digitale.

- Realtà Virtuale (*Virtual Reality*, VR): È una tecnologia che crea un ambiente virtuale completamente simulato che sostituisce la realtà fisica. Gli utenti indossano dispositivi come visori VR per immergersi completamente in questo ambiente digitale e possono interagire con esso attraverso l'uso di controlli o sensori di movimento. La VR offre un'esperienza immersiva che permette agli utenti di sentirsi come se fossero presenti in un mondo virtuale.
- Realtà Aumentata (*Augmented Reality*, AR): È una tecnologia che sovrappone informazioni e oggetti virtuali al mondo reale, consentendo agli utenti di vedere sia l'ambiente fisico che gli elementi digitali sovrapposti in tempo reale. Gli utenti utilizzano dispositivi come occhiali AR o schermi su *smartphone e tablet* per visualizzare gli elementi virtuali integrati nell'ambiente circostante.
- Realtà Mista (*Mixed Reality*, MR): È una tecnologia che combina elementi della Realtà Virtuale e della Realtà Aumentata per creare un'esperienza in cui gli oggetti digitali e quelli reali coesistono e interagiscono tra loro in tempo reale. La MR utilizza dispositivi come cuffie MR che consentono agli utenti di vedere e interagire con oggetti virtuali sovrapposti all'ambiente fisico circostante, mantenendo la consapevolezza e l'interazione con il mondo reale.

- *Digital Twin*

Un *Digital Twin* (gemello digitale) è la replica digitale di un oggetto fisico, un sistema o un processo. Questa replica digitale è creata utilizzando dati in tempo reale e informazioni provenienti da sensori e dispositivi connessi all'oggetto reale. Un *Digital Twin* consente il monitoraggio, l'analisi e la simulazione del suo comportamento e delle sue prestazioni. Il *Digital Twin* può rappresentare oggetti fisici presenti nel metaverso, come edifici, veicoli o dispositivi, fornendo una replica digitale realistica di tali oggetti. Questo permette agli utenti del metaverso di interagire con gli oggetti reali attraverso la loro controparte digitale.

- Economia dei dati

Insieme di attività economiche e sociali che sono basate sulla creazione, la raccolta, la memorizzazione, l'analisi e l'uso dei dati. Nel testo, si sottolinea l'importanza dei trasferimenti di dati a livello internazionale, il loro ruolo nella promozione dell'accesso al lavoro, la possibilità di fare impresa e lo sviluppo di sistemi di intelligenza artificiale, tra gli altri.

- Geospatial

Tecnologie digitali dedicate alla raccolta, memorizzazione e organizzazione di informazioni geografiche.

- Geoverso

Il Geoverso corrisponde a un ecosistema di informazioni *geospatial* interconnesse a livello globale. È la componente che consente interazioni intelligenti tra i portali web delle SDI (*Spatial Data Infrastructure*), sistemi di sensori, applicazioni e altri dispositivi utilizzando un'ampia gamma di interfacce di comunicazione e tecnologie come AI, *Machine Learning* (ML), *Natural Language Processing* (NLP), data mining, assistenti virtuali, identità digitali, blockchain, ecc. Il Geoverso rappresenta un super-insieme del metaverso, estendendo un'ampia gamma di dati integrati e interoperabili provenienti da vari settori e discipline.

- *Human Computer Interaction*

L'interazione uomo-computer (*Human-Computer Interaction*, HCI) è una disciplina che studia l'interazione tra le persone (utenti) e i sistemi informatici. Si concentra sulla progettazione e lo sviluppo di sistemi interattivi che siano usabili, affidabili e che supportino e facilitino le attività umane.

- Interoperabilità

L'interoperabilità è un principio tecnico che serve a garantire l'interazione tra diverse tecnologie, nel caso specifico, quelle del metaverso. L'interoperabilità implica lo sviluppo di protocolli e standard tecnici che consentono a utenti e oggetti digitali di muoversi facilmente tra spazi ed esperienze diverse.

- Metamondo

Applicazioni sociali che consentono di coinvolgere le più ampie tipologie di utenza in altrettanto ampie modalità. In grado di funzionare su *smartphone*, *tablet*, *browser* per PC e visori AR o VR

- Metaverso

Convergenza di mondo digitale e mondo fisico. Esperienza persistente in cui il proprio io digitale si scambia e fonde continuamente con l'io fisico e dove le emozioni, i ricordi e in generale le esperienze sociali digitali competono e si completano con i corrispettivi reali per significato e valore.

- Web3

Web3, è spesso definito come il "web semantico". È una visione futura del World Wide Web in cui i contenuti web sono strutturati in modo tale da essere facilmente compresi dalle macchine, permettendo ricerche e analisi automatiche basate sul significato. Si parla di ontologie, agenti intelligenti e motori di ricerca semantici. Web3 aspira a creare un ambiente online più personalizzato e centrato sull'utente, dove l'intelligenza artificiale sarà in grado di analizzare i dati per fornire informazioni specifiche e personalizzate all'utente. Inoltre, Web3 può includere idee di decentralizzazione e uso di tecnologie blockchain, ma queste non sono necessariamente requisiti per la sua definizione.

- WiFi6

Wi-Fi 6 rappresenta la sesta generazione di standard Wi-Fi, progettata per migliorare la velocità, aumentare l'efficienza e ridurre la congestione nelle situazioni in cui molti dispositivi usano lo stesso access point Wi-Fi. Nel contesto del testo, si sottolinea l'importanza della disponibilità di bande di spettro come la banda U6, utile per rispondere alle nuove esigenze del mercato e agli obiettivi di connettività, transizione digitale e sviluppo economico.