Tecnologie emergenti per lo sviluppo sostenibile

social tech • lab —

nesta Italia

Con il supporto di

Compagnia di San Paolo

Ringraziamenti

La stesura di questo report non sarebbe stata possibile senza la preziosa collaborazione dei nostri partner di ricerca, che hanno raccolto e sviluppato tanti dei contenuti presenti nelle pagine seguenti. In particolare, ci teniamo a ringraziare **Cristina Pozzi** di **Impactscool** per la cura del capitolo sulle tecnologie emergenti, **Piero Poccianti** dell'**Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (AIxIA)** per la stesura del capitolo sull'intelligenza artificiale, **Francesca De Chiara** di **Fondazione Bruno Kessler** per aver curato i contenuti su Internet of Things e 5G, **Maria Fossati e Giorgio Grioli** dell'**Istituto di Robotica e Macchine Intelligenti** per la cura del capitolo sulla robotica, **Marco Ruocco** di **Isinnova** per aver sviluppato i contenuti del capitolo sulla stampa 3D, **Andrea Gurrieri e Gianpaolo Greco** di **Uqido** per la cura del capitolo su realtà virtuale e aumentata e, infine, **Massimo Giordani** dell'**Associazione Italiana Sviluppo Marketing (AISM)** per aver sviluppato i contenuti del capitolo sulla blockchain.

Ringraziamo inoltre la **Fondazione Compagnia di San Paolo** per il continuo supporto, la guida e la partecipazione a tutte le fasi del Social Tech Lab.

A **Nesta Italia**, vorremmo ringraziare le colleghe e i colleghi che hanno contribuito alla realizzazione di questo report: Rebecca Rossini, Roberta Marà, Miriam Calabrese, Michela Della Donna e Francesco Vogelezang.

Report a cura di:

Giacomo Mariotti
Tech for Good Lead

Sara Marcucci
Project & Research Assistant

Il Social Tech Lab è un programma ideato per promuovere conoscenza, sviluppo e applicazione di soluzioni tecnologiche di impatto sociale, attraverso due linee di azione:

- attività di **ricerca**, **divulgazione e formazione** su tecnologie emergenti per lo sviluppo sostenibile;
- attività di **progettazione** a livello locale, per identificare i problemi del territorio e le possibili soluzioni da sostenere nel risolverli, utilizzando metodologie Crowdsourcing, Challenge Prize e Capacity Building.

È una piattaforma animata da un'ampia rete di organizzazioni - tra cui istituzioni pubbliche, Enti del Terzo Settore, aziende e startup - aperta al contributo di singoli individui, professionisti, studenti, attraverso la condivisione di idee ed esperienze nella definizione delle aree di intervento.

Il Social Tech Lab è un programma pluriennale che prende avvio a Torino su iniziativa di Nesta Italia, con il supporto di Fondazione Compagnia di San Paolo, nel contesto di Torino Social Impact.

www.socialtechlab.org

Nesta Italia è un'organizzazione no-profit indipendente con l'obiettivo di introdurre un nuovo approccio all'innovazione sociale in Italia, già sviluppato e testato a livello internazionale.

Il nostro lavoro si focalizza sull'intersezione tra settori diversi - educazione, inclusione sociale, tecnologia, arte e cultura - perché è lì che si possono creare nuove opportunità di innovazione, attraverso la circolazione di idee, risorse e approcci differenti alla risoluzione dei problemi.

Tra i nostri valori fondamentali ci sono apertura e confronto: lavoriamo insieme a innovatori radicali, imprese, istituzioni pubbliche e organizzazioni no-profit per disegnare progetti sviluppati su misura in base alla sfida sociale individuata.

Nesta Italia è stata fondata nel 2017 a Torino, con il supporto della Fondazione Compagnia di San Paolo - una delle maggiori fondazioni filantropiche in Italia - e Nesta, fondazione globale per l'innovazione con sede nel Regno Unito.

www.nestaitalia.org

Fondazione Compagnia di San Paolo

Fondazione Compagnia di San Paolo.

Da Torino, dal 1563 operiamo per il bene comune, con le persone al centro della nostra azione. Il benessere di ogni individuo dipende e contribuisce a quello della comunità; per questo lavoriamo sulle dimensioni che toccano i singoli come la società: l'economia, il sociale, la cultura e l'ambiente. Crediamo nella sussidiarietà, nel dialogo come metodo, nella filantropia che attiva idee e progetti.

Sviluppo umano e sostenibilità: l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite ha lanciato una sfida importante, indicando gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile ai quali tutti debbono contribuire, in un lavoro corale. Abbiamo raccolto questa sfida e ci siamo organizzati per allinearci e lavorare in modo ancora più efficace sul piano locale, europeo e internazionale. Studiamo, pensiamo progetti, sperimentiamo, valutiamo e favoriamo la replicabilità, facendo rete con le Istituzioni, i nostri Enti Strumentali e tutte le espressioni della società.

Organizziamo il nostro impegno su tre Obiettivi: **Cultura**, **Persone** e **Pianeta**. Per garantire il massimo dell'impatto abbiamo individuato quattordici Missioni, ciascuna delle quali contribuisce a raggiungere uno dei tre Obiettivi.

Tutto ciò è reso possibile dall'esistenza del nostro patrimonio, che ci impegniamo a conservare e far crescere, per le generazioni future.

Questo il nostro impegno, per il bene comune e per il futuro di tutti.

Cultura.

Arte, Patrimonio,
Immaginiamo il futuro.

Creare attrattività
Sviluppare competenze
Custodire la bellezza
Favorire partecipazione attiva

Persone.

Opportunità, Autonomia,
Inclusione.
Costruiamo il futuro.

Abitare tra casa e territorio
Favorire il lavoro dignitoso
Educare per crescere insieme
Diventare comunità
Collaborare per l'inclusione

Pianeta.

Conoscenza, Sviluppo,
Qualità di Vita.
Sosteniamo il futuro.

Valorizzare la ricerca
Accelerare l'innovazione
Aprire scenari internazionali
Promuovere il benessere
Proteggere l'ambiente

www.compagniadisanpaolo.it

Partner di Ricerca

Di seguito presentiamo i partner di ricerca nell'ordine in cui i capitoli da loro curati appaiono nel report.

Impactscool
Organizzazione con l'obiettivo di creare una maggiore consapevolezza sugli impatti delle tecnologie emergenti nella società.

Istituto Italiano di Robotica e Macchine Intelligenti (I-RIM)
Associazione che favorisce lo sviluppo e l'uso delle tecnologie della robotica e delle macchine intelligenti per migliorare la qualità della vita e il benessere dei cittadini.

Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (AIxIA)
Associazione scientifica che promuove la ricerca e la diffusione delle tecniche proprie dell'intelligenza artificiale.

Isinnova
Team eterogeneo di ingegneri, designer ed esperti della comunicazione che raccoglie le idee di ogni tipologia e settore trasformandole in oggetti concreti. Attivi nella diffusione della tecnologia della stampa 3D.

Fondazione Bruno Kessler (FBK)
Istituto di ricerca di eccellenza scientifica e impatto sociale, con un centro scientifico dedicato alla tecnologia e all'innovazione.

Uqido
Esperti di emtech, realizzano progetti e consulenze con l'obiettivo di aiutare le imprese a realizzare prodotti digitali all'avanguardia.

Associazione Italiana Sviluppo Marketing (AISM)
Associazione italiana finalizzata alla diffusione della cultura del marketing. Nel 2018 ha co-fondato l'associazione The Blockchain Council che studia e promuove l'applicazione delle blockchain.

Indice interattivo

Partner di ricerca 5

Foreword 8

Introduzione 9

Tecnologie emergenti: una sintesi 10

Priorità per il futuro 14

Struttura del report 16

Consigli di lettura 16

1. Obiettivi di sviluppo sostenibile 17

1.1. Cosa sono gli SDGs 18

1.2. A che punto siamo arrivati 20

1.3. Di cosa c'è bisogno adesso 22

2. Tecnologie emergenti 26

2.1. Cosa sono le EmTech: tecnologie per il bene comune 27

2.2. Gli impatti delle tecnologie 29

2.3. Come funziona l'innovazione EmTech: alcuni principi 34

2.4. Trend tecnologici: le tecnologie più promettenti e le relative aree di impatto 37

3. Robotica 40

3.1. Cos'è la Robotica 41

3.2. Perché è importante 43

3.3. Come funziona in pratica 44

3.4. Linee guida di buon utilizzo 46

3.5. Quali sono i trend di applicazione 47

3.6. Casi studio di applicazioni Robotics for Good 49

4. Intelligenza Artificiale 59

4.1. Cos'è l'intelligenza artificiale 60

4.2. Storia della disciplina 61

4.3. Perché è importante 63

4.4. Come funziona in pratica 64

4.5. Linee guida di buon utilizzo 68

4.6. Quali sono i trend di applicazione 72

4.7. Casi studio di applicazioni AI for Good 73

5. Stampa 3D **81**
5.1. Cos'è la Stampa 3D 82
5.2. Storia della stampa 3D 82
5.3. Perché è importante 84
5.4. Come funziona in pratica 85
5.5. Con quali materiali è possibile stampare? 88
5.6. I trend di applicazione 89
5.7. Linee guida di buon utilizzo 91
5.8. Casi studio di applicazioni 3D Printing for Good 92

6. Internet of Things e 5G **101**
6.1. Cosa sono l'Internet of Things e il 5G 102
6.2. Perché sono importanti 104
6.3. Come funzionano in pratica 105
6.4. Linee guida di buon utilizzo 109
6.5. Quali sono i trend di applicazione 111
6.6. Casi studio di applicazioni IoT & 5G for Good 117

7. Realtà Virtuale e Aumentata **125**
7.1. Cosa sono la Realtà Virtuale e la Realtà Aumentata 126
7.2. Come funzionano in pratica 127
7.3. Perché sono importanti 129
7.4. Linee guida di buon utilizzo 131
7.5. Quali sono i trend di applicazione 133
7.6. Casi studio di applicazioni VR & AR for Good 134

8. Blockchain **142**
8.1. Cos'è la Blockchain 143
8.2. Perché è importante 147
8.3. Come funziona in pratica 148
8.4. Linee guida di buon utilizzo 152
8.5. Quali sono i trend di applicazione 155
8.6. Casi studio di applicazioni Blockchain for Good 158

Conclusioni **166**
I prossimi passi per Nesta Italia **167**
Lista di Abbreviazioni **168**

Foreword

La crisi sociale e sanitaria dovuta alla pandemia di COVID-19 ha fatto emergere in maniera drammatica le sfide sociali del nostro tempo. Queste sono riflesse nei 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs), il cui raggiungimento sembra oggi tanto difficoltoso quanto necessario.

Alla luce delle emergenze affrontate nel corso del 2020 si è pertanto rinsaldata una consapevolezza: il bisogno di mettere in contatto il Terzo Settore con il mondo dell'innovazione tecnologica, una necessità che informa l'azione strategica di Nesta Italia nell'area Tech for Good. Si tratta quindi di creare una sinergia che nel prossimo futuro potrebbe non solo contribuire al superamento degli effetti della crisi che stiamo vivendo, ma sostenere la transizione verso modelli di sviluppo più inclusivi, equi e sostenibili, in accordo ai principi e alle linee guide fornite dai 17 obiettivi di Sviluppo Sostenibile dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

Quest'azione si allinea al piano strategico recentemente definito dalla Compagnia di San Paolo, che considera le tecnologie come amplificatori di impatto. L'impegno della Fondazione, in quest'ottica, è volto a migliorare l'accesso dei cittadini e delle organizzazioni alle nuove tecnologie e a promuovere la trasformazione digitale e ottimizzare la gestione dei dati, creando occasioni di incontro tra innovazione tecnologica e azione collettiva e favorendo l'ideazione di nuovi modi di lavorare, fare cultura e partecipare.

Da questa visione condivisa sul potenziale delle tecnologie emergenti per accelerare la ricerca e sviluppo di soluzioni innovative, sostenibili e inclusive ad alcune delle più urgenti sfide sociali del nostro tempo nasce il programma Social Tech Lab - al cui interno è stato sviluppato il presente Report - al contempo strumento e piattaforma per avviare progettazioni ritagliate su misura rispetto ai bisogni di comunità e territori locali.

Marco Zappalorto
Chief Executive
Nesta Italia

Alberto Anfossi
Segretario Generale
Fondazione Compagnia
di San Paolo

Introduzione

Gli eventi del 2020 ci hanno posto davanti l'evidenza della pervasività delle tecnologie digitali da un lato, e della disparità nella loro conoscenza e applicazione dall'altro.

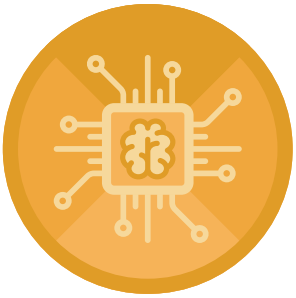
Il contesto peculiare segnato dalle restrizioni per contrastare la diffusione del COVID-19 ha imposto una riorganizzazione dei modelli di lavoro e produzione che ha esercitato un impatto considerevole sulla maggior parte dei settori, con maggior forza proprio sul Terzo Settore.

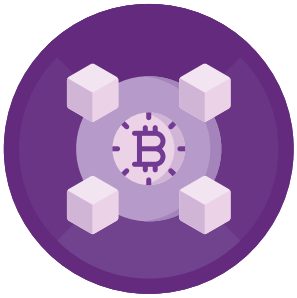
Abbiamo potuto osservare un esempio concreto nella dimensione del lavoro: il venir meno della prossimità, elemento fondamentale degli interventi di operatori e organizzazioni del sociale, ha costretto ad un rapido e non facile adattamento all'uso di tecnologie digitali per il lavoro a distanza; strumenti che hanno sì contribuito a proseguire lo svolgimento delle progettualità, ma la cui accessibilità - in termini di conoscenze tecniche e competenze pratiche - si è rivelata non egualmente distribuita.

Al tempo stesso, le tecnologie digitali hanno contribuito - pur con evidenti criticità e aspetti che impongono un continuo processo di miglioramento - all'individuazione e realizzazione di soluzioni per le sfide sociali, da quelle che caratterizzano la vita quotidiana delle persone (come l'accesso ai generi alimentari, la mobilità, la fruizione culturale, la socialità) a quelle collettive, prime fra tutte il diritto ad un'istruzione di qualità e l'accesso alle cure sanitarie.

Questo report vuole quindi posizionarsi all'interno di un tentativo collettivo di porre rimedio alle presenti difficoltà, presentando un'analisi relativa alle opportunità e alle criticità di ciascuna di queste tecnologie, soprattutto in relazione a questioni di rilievo sociale, politico ed economico. L'obiettivo è infatti quello di partecipare alla conversazione relativa al bisogno di uno sviluppo sostenibile, illustrando come nuove innovazioni tecnologiche possano essere adoperate in maniera sostenibile, inclusiva e responsabile per il conseguimento dell'*Agenda 2030*.

Tecnologie emergenti: una sintesi





Robotica

Cosa è

La robotica è la disciplina che studia i robot, ovvero quelle macchine dotate di un'intelligenza artificiale che le rende capaci di rispondere con un'azione a percezioni e stimoli esterni, e dunque di interagire con l'ambiente circostante. La robotica si applica in un ampio numero di campi, offrendo nuovi servizi ed entrando a far parte di nuovi prodotti che hanno il potenziale di migliorare la qualità della vita, del lavoro e del tempo libero.

Perché è importante

La robotica svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo di tecnologie avanzate che diano un corpo fisico all'IA. Nella robotica, infatti, l'IA diventa "embodied intelligence", ovvero un'intelligenza incarnata non solo in grado di elaborare dati, ma anche di interagire in base a questi con l'ambiente nel quale opera.

Linee guida di buon utilizzo

Al di là degli aspetti prettamente scientifico-tecnologici, la robotica solleva importanti questioni etiche e sociali. Tra queste, troviamo predominanti la relazione tra robotica e occupazione, che vede necessaria la creazione di numerose nuove figure lavorative, e la responsabilità delle azioni eseguite da sistemi completamente o parzialmente autonomi, che necessita linee guida e norme che aiutino la progettazione e la verifica della sicurezza dei sistemi.

Intelligenza Artificiale

Cosa è

Il termine "Intelligenza Artificiale" (IA) è frequentemente applicato allo sviluppo di sistemi dotati di alcuni dei processi intellettuali caratteristici degli esseri umani, come la capacità di attribuire significato, generalizzare, o imparare dall'esperienza passata. A differenza degli umani, però, le intelligenze artificiali operano in modalità automatizzata, risultando quindi particolarmente veloci, produttive ed efficienti nel raggiungimento degli obiettivi che le vengono dati.

Perché è importante

Negli ultimi anni, le potenzialità dell'IA sono cresciute a livello esponenziale grazie all'enorme quantità di dati oggi disponibili. Grazie all'avvento dei cosiddetti "Big Data", infatti, l'IA è una tecnologia che sembra poter trasformare il nostro modo di vivere, lavorare, produrre, imparare, governare, avendo impatti trasformativi sull'economia internazionale, sul sistema democratico, sanità, i servizi e l'industria.

Linee guida di buon utilizzo

Nonostante il generale entusiasmo nei confronti dell'introduzione di modelli di IA, esistono una serie di rischi associati all'applicazione di sistemi automatizzati. Infatti, applicazioni in campi ristretti stanno già impattando significativamente le nostre società, producendo effetti radicali sul nostro modo di vivere e stare insieme. Questo potenziale, se non regolamento per il bene comune, potrebbe comportare situazioni avverse alla tutela del corpo cittadino.

Stampa 3D

Cosa è

La Stampa 3D è una tecnologia digitale che consente di realizzare oggetti in maniera automatizzata e a basso costo, la cui tecnica ricorda quella delle stampanti laser: l'utente infatti realizza un progetto digitale su un software, che poi viene mandato alla stampante affinché questa lo possa realizzare, strato dopo strato, utilizzando materiali come la plastica e il metallo fusi.

Perché è importante

La stampa tridimensionale ha il potenziale di rivoluzionare le modalità di produzione, democratizzando il processo produttivo. Infatti, ciascun individuo potrebbe divenire al tempo stesso produttore e consumatore di beni, potenzialmente mettendo in discussione le fondamenta su cui si costruisce l'attuale paradigma economico basato su domanda e offerta.

Linee guida di buon utilizzo

Le sfide relative all'utilizzo su vasta scala di stampanti 3D includono la salute e la sicurezza sul lavoro, la proprietà intellettuale, e la circolazione di merci non regolamentate. Queste danno origine al bisogno di sviluppare nuove norme e un sistema standard universale che possa essere utilizzato sia dalle singole persone che dall'industria emergente.

Internet of Things e 5G

Cosa è

L'Internet of Things (IoT) descrive la rete di oggetti "intelligenti" che raccolgono e scambiano dati con altri dispositivi e sistemi tramite l'utilizzo di sensori, software e altre tecnologie. Grazie alla disponibilità di dati regolarmente raccolti, analizzati e utilizzati, l'IoT fornisce la possibilità di pianificare e gestire processi decisionali. Parallelamente, il 5G promette di portare l'affidabilità, la latenza, la scalabilità e la mobilità necessarie per l'IoT.

Perché è importante

L'IoT potrebbe avere un impatto sulla sostenibilità del pianeta in diverse aree, come l'uso intelligente delle risorse idriche e l'efficienza energetica. Parallelamente, nel contesto degli SDGs, il 5G risulta importante in molte aree chiave, principalmente contribuendo alla salute e il benessere, oltre che migliorare le infrastrutture, promuovere l'industrializzazione sostenibile e favorire l'innovazione.

Linee guida di buon utilizzo

Le principali sfide riferite all'IoT e al 5G concernono nuove minacce alla sicurezza, la privacy e la potenziale mancanza di un numero sufficiente di test da condurre durante la fase di produzione. Per garantire la sicurezza dei dispositivi IoT è utile mantenere aggiornati il firmware, modificare periodicamente il proprio account e la propria password predefiniti e, infine, crittografare la comunicazione tra i dispositivi.

Realtà Virtuale e Aumentata

Cosa è

La realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR) sono tecnologie emergenti di un settore industriale in crescita che prevede la mediazione di contenuti mediali tramite la produzione di ambienti virtuali. Mentre la AR viene solitamente utilizzata per "aumentare" e alterare la realtà circostante unendo il digitale al contesto fisico, la VR immerge completamente l'utente in ambienti virtuali.

Perché è importante

La VR e AR sono strumenti di mediazione che escono dalla logica tipica di televisioni e schermi, che prevedono un'assimilazione dei contenuti perlopiù passiva da parte degli utilizzatori. Infatti, permettono all'utente di vivere in prima persona e di interagire attivamente con ciò a cui sta assistendo.

Linee guida di buon utilizzo

Sia la VR che la AR sono tecnologie in grado di far vivere esperienze immersive che richiedono spazi adatti al loro utilizzo. In particolare, quando parliamo di AR, è importante che il mondo "reale" abbia la priorità sui contenuti virtuali, e che l'esperienza non alteri in modo permanente la percezione della realtà da parte dell'utente.

Blockchain

Cosa è

La blockchain – letteralmente, "catena di blocchi" – è un registro di dati digitale distribuito, immutabile e condiviso apertamente. Queste caratteristiche permettono quindi la digitalizzazione dei dati, la loro distribuzione, la tracciabilità dei trasferimenti, la trasparenza e verificabilità delle informazioni, l'immutabilità del registro e programmabilità dei trasferimenti effettuati.

Perché è importante

La Blockchain è alla base dello sviluppo di un processo che sta portando la rete globale a diventare un luogo di scambio del valore dei beni e delle risorse, oltre che di condivisione trasparente di informazioni. Questo la rende utile non solo per fini finanziari, ma anche e soprattutto per scopi relativi alla partecipazione politica e allo sviluppo sostenibile.

Linee guida di buon utilizzo

In Italia, i principali ostacoli all'adozione diffusa della blockchain possono essere ricondotti a un'incertezza normativa, al limitato accesso al finanziamento e, infine, a un'attuale carenza di competenze. È necessario quindi favorire lo sviluppo e consolidamento di una governance nazionale che sia in armonia con le politiche dell'Unione Europea (UE), così come l'adeguamento delle infrastrutture e una serie di politiche di sensibilizzazione.

Priorità per il futuro

Il lavoro di ricerca, la condivisione di esperienze e l'approfondimento dei casi studio che saranno descritti in questo report ci aiutano ad individuare una serie di priorità per il futuro per sfruttare al meglio il potenziale delle tecnologie emergenti per lo sviluppo sostenibile.

Favorire la connessione tra problemi e soluzioni

- **Accrescere la conoscenza dell'impatto della tecnologia nello sviluppo sostenibile:** per sviluppare un paradigma di sviluppo sostenibile di cui possa beneficiare tutta la popolazione, e che abbia alle fondamenta principi di equità, è essenziale condurre ricerca e avanzare conoscenze interdisciplinari rispetto alle opportunità presentate dalla tecnologia digitale per lo sviluppo sostenibile, sviluppando politiche digitali e ambientali in maniera olistica e quindi tenendo in considerazione le diverse implicazioni per i diversi gruppi sociali, così come le inscindibili interconnessioni tra dimensioni sociali, ambientali ed economiche.

- **Collaborare in team multidisciplinari di esperti dei problemi sociali individuati e delle implicazioni della tecnologia digitale:** per sviluppare tali conoscenze olistiche e interdisciplinari, è essenziale fare affidamento su team composti da figure diverse e complementari, che si occupino di discipline disparate come le scienze sociali, il design, l'ingegneria, la filosofia dell'informazione e del digitale. Se da un lato è infatti impossibile pensare di avanzare l'innovazione tecnologica senza conoscenze tecniche e specificatamente riferite alla tecnologia in questione, è altrettanto insufficiente sviluppare tecnologie con il solo obiettivo di ottenere strumenti efficienti e innovativi, senza (a) partire innanzitutto dallo scopo del loro sviluppo, e (b) considerare il contesto sociale all'interno del quale questi vengono sviluppati, prima, e applicati, poi.

- **Mettere i beneficiari al centro, adottando una mentalità di prodotto *user-centered*:** per sviluppare politiche e tecnologie che vadano a beneficiare le persone che queste influenzeranno, è necessario adottare una visione che metta al centro le cittadine e i cittadini. È però altrettanto importante notare come approcci *user-* e *human-centered* debbano anch'essi essere concepiti in maniera olistica, ricordando che, da un lato, la centralità degli esseri umani non può e non deve corrispondere al deterioramento dell'ambiente e che, dall'altro, è fondamentale che tra le persone considerate e coinvolte nel design delle politiche e tecnologie per lo sviluppo sostenibile vi siano in primis i gruppi marginalizzati e tutti coloro che sono maggiormente colpiti dal cambiamento climatico.

Aumentare l'impatto delle soluzioni sviluppate

- **Posizionare l'impatto al primo posto e sviluppare soluzioni pragmatiche:** una volta individuate le soluzioni da sviluppare, utilizzando le strategie delineate sopra, è essenziale trasformare queste visioni in percorsi e obiettivi pragmatici. Occorre infatti orientarsi e procedere alla pianificazione dei processi necessari a raggiungere gli obiettivi prefissati in base agli impatti desiderati, adottando un approccio *step-by-step* il cui impatto possa essere verificato in base a una serie di indicatori prestabiliti.

- **Combinare tecnologie emergenti tra loro e con soluzioni consolidate:** così come è necessario utilizzare diverse expertise per il disegno e lo sviluppo di tecnologie digitali, è altrettanto importante combinare queste ultime così da raggiungere i risultati stabiliti in maniera il più trasversale possibile e sfruttando il potenziale dei singoli strumenti in modo complementare. Il caso studio del robot AlterEgo descritto nel capitolo sulla Robotica

è un esempio di questo approccio, dove si combinano l'esperienza degli operatori sanitari, la robotica e la realtà virtuale per fornire assistenza anche in condizioni di distanza.

- **Consolidare e connettere le soluzioni emergenti che rispondono allo stesso problema**: non solo rispetto alle tecnologie digitali, ma rispetto a tutti i tipi di soluzioni individuate per il raggiungimento di un paradigma di sviluppo sostenibile, è importante connettere tutte quelle strategie e quegli strumenti destinati alla soluzione di un problema comune ed evitare frammentazione. Solamente così le questioni specifiche potranno essere affrontate in maniera interdisciplinare e unendo le forze, per raggiungere il risultato più adeguato possibile al grado di complessità relativo alla problematica affrontata. Il caso studio OpenMined descritto nel capitolo sulla Blockchain è un esempio di come lo stabilirsi di una comunità open-source predominante ha permesso di connettere più di diecimila collaboratori per creare un nuovo paradigma di analisi dati che ne tutela la privacy.

Rafforzare l'ecosistema di innovazione

- **Aumentare gli investimenti a supporto di soluzioni Tech for Good**: per poter compiere i passi delineati qui sopra, sembra necessario aumentare la portata e l'efficacia degli investimenti destinati alla promozione di soluzioni che prevedono l'utilizzo di tecnologie emergenti per l'ideazione di un paradigma sociale ed economico che porti al raggiungimento dei 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile. A tal fine, sembra imprescindibile costruire collaborazioni intra- e inter-nazionali che sfruttino il potenziale dei singoli attori per il raggiungimento di obiettivi comuni che richiedono risorse ed *expertise* disparate. Un esempio interessante è costituito dai Collective Intelligence Grants messi a disposizione da Nesta per agevolare la sperimentazione di soluzioni che combinano l'intelligenza collettiva ad impatto sociale.

- **Promuovere collaborazioni multi-stakeholder attraverso la catena di valore**: sembra fondamentale stabilire e promuovere percorsi collaborativi che permettano a diversi stakeholder di combinare e allineare i loro diversi processi primari e di supporto, al fine di sfruttare al meglio il valore dato da ognuno di questi e indirizzarlo in maniera trasversale e olistica verso il raggiungimento di obiettivi comuni.

- **Coinvolgere le istituzioni al fine di ottenere un cambiamento sistemico**: per far sì che le misure e le strategie delineate in questo report portino a un cambiamento di tipo strutturale, è necessario coinvolgere le istituzioni pubbliche in un dialogo che inizia al momento della definizione delle sfide che si vuole affrontare con attenzione alle loro esigenze, alle loro policy e al modello di servizi da loro sostenuto. Il supporto istituzionale è infatti necessario per l'integrazione di innovazioni volte al cambiamento sistemico dei modelli operativi, in quanto il funzionamento di alcuni processi e dei paradigmi propri della società moderna necessita di strategie istituzionali che guardino a questi cambiamenti in termini di obiettivi di lungo periodo e che siano, quindi, sostenibili.

Struttura del report

Il primo capitolo presenta una **panoramica degli SDGs**, concentrandoci sul percorso svolto fino ad ora e, successivamente, sugli scenari futuri che si prospettano, anche in relazione alla crisi sanitaria.

Il secondo capitolo posiziona il report all'interno di una cornice analitica che vede le **tecnologie emergenti** come strumenti aventi le potenzialità per il raggiungimento degli SDGs.

Il report procede con la presentazione di **sei principali tecnologie emergenti** la cui portata trasformativa promette il maggiore impatto sugli SDGs, permettendo così l'ottemperamento di un ordine sociale ed economico più equo, sostenibile e inclusivo; tra cui:

- La Robotica;
- L'Intelligenza Artificiale;
- La Stampa 3D;
- L'Internet of Things (IoT) e il 5G;
- La Realtà Virtuale e Aumentata;
- La Blockchain.

Infine, il report si conclude con una presentazione dei **prossimi passi** per Nesta Italia e per il Social Tech Lab.

Consigli di lettura

Per questo report abbiamo immaginato tre macro categorie di lettrici e lettori, e tre percorsi di lettura corrispondenti:

- **Esperte ed esperti nell'ambito delle tecnologie emergenti**, a cui consigliamo di leggere con più attenzione il capitolo sugli SDGs, per poi consultare le specifiche tecnologie a suo piacimento;

- **Coloro che hanno conoscenza specifica riguardo allo sviluppo sostenibile, e vogliono sapere come applicarvi le nuove tecnologie.** A loro consigliamo di fare una lettura approfondita del capitolo sulle tecnologie emergenti, per poi consultare le varie tecnologie singole in base alla propria curiosità.

- **Lettrici e lettori non particolarmente specializzati né nell'ambito dello sviluppo sostenibile né in quello delle tecnologie emergenti**, ma con un interesse generale rispetto alla relazione tra i due. A loro consigliamo di leggere con attenzione i primi due capitoli, ovvero quello sugli SDGs e quello sulle tecnologie emergenti, per avere una visione d'insieme delle due cose e acquisire gli strumenti per poi consultare più agilmente i capitoli relativi a tecnologie specifiche, in base ai propri interessi.

1

Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

1.1. Cosa sono gli SDGs

Nel 2015, i leaders mondiali dei 193 Stati Membri delle Nazioni Unite (ONU) si sono riuniti per ratificare gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, anche conosciuti come SDGs (*Sustainable Development Goals*) o *Agenda 2030*.[1.1] Con un orizzonte temporale di 15 anni, gli SDGs costituiscono il piano globale per sconfiggere la povertà e la fame, combattere le disuguaglianze sociali, affrontare il cambiamento climatico e raggiungere un sistema di sviluppo sostenibile a livello nazionale e internazionale.

Gli SDGs seguono gli MDGs, ovvero *Millennium Development Goals*, approvati nel 2000 e anch'essi concepiti all'interno di un arco temporale di 15 anni. Nonostante gli obiettivi raggiunti grazie alla cooperazione tra governi nazionali, il settore privato e i membri della società civile, nel 2015 circa 736 milioni di persone continuavano a vivere con meno di US$1.90 al giorno.[1.2] Inoltre, la crescente consapevolezza rispetto all'urgenza del cambiamento climatico ha reso necessaria una nuova concettualizzazione degli obiettivi comuni per lo sviluppo sostenibile internazionale.

Di conseguenza, nel settembre del 2015, i 17 SDGs sono stati definiti e approvati. Questi rappresentano un linguaggio comune per la connessione e condivisione di strategie e conoscenze, e uno strumento trasformativo per affrontare le sfide di oggi attraverso una lente intersettoriale, olistica e inclusiva:

Obiettivo 1.
Porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo;

Obiettivo 2.
Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile;

Obiettivo 3.
Assicurare la salute e il benessere per tutta la popolazione globale;

Obiettivo 4.
Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti;

Obiettivo 5.
Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze;

Obiettivo 6.
Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie;

Obiettivo 7.
Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni;

Obiettivo 8.
Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione completa, produttiva e dignitosa per tutti;

Obiettivo 9.
Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile;

Obiettivo 10.
Ridurre l'ineguaglianza all'interno di e fra le nazioni;

Obiettivo 11.
Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili;

Obiettivo 12.
Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo;

Obiettivo 13.
Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico;

Obiettivo 14.
Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile;

Obiettivo 15.
Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre;

Obiettivo 16.
Promuovere società pacifiche e inclusive per uno sviluppo sostenibile;

Obiettivo 17.
Rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile.[1.3]

Ogni Obiettivo è intrinsecamente connesso agli altri e concepito con un'ottica che unisce dimensioni sociali, economiche, e ambientali. Gli obiettivi di natura socioeconomica sono quindi sempre considerati in maniera integrata, con particolare attenzione riferita alla priorità ambientale. Ad esempio, gli SDGs sottolineano l'importanza di uno sviluppo economico che non esacerbi i livelli di disuguaglianza, o che incoraggi un consumo energetico equo che eviti il rilascio di CO2 nell'atmosfera.

Per poter affrontare il tasso di povertà globale all'interno di un quadro analitico che possa considerare il complesso panorama sociale ed economico contemporaneo, le Nazioni Unite hanno sviluppato il Multidimensional Poverty Index (MPI). Infatti, nel 2019, l'United Nations Development Program (UNDP) ha riportato che, nei 101 paesi considerati - 31 a basso reddito, 68 a medio reddito e 2 ad alto reddito - 1,3 miliardi di persone sono considerate "multidimensionalmente povere".[1.4] L'indice MPI definisce la povertà non solo in termini di reddito, ma a seconda di una nuova serie di indicatori, tra cui la salute, la qualità del lavoro, ed eventuali minacce di violenza. Questa nuova definizione della povertà, a fianco del carattere intrinsecamente universale degli SDGs, permette un livello di inclusione notevolmente superiore a quello degli MDGs. Infatti, gli MDGs misuravano il successo attraverso il calcolo delle medie nazionali, cancellando così le esperienze e le realtà di gruppi demografici storicamente marginalizzati, come le donne, le persone diversamente abili, le comunità indigene e quelle rurali. Al contrario, gli SDGs presentano un innovativo accento sulle minoranze; ad esempio, quindi, l'educazione deve raggiungere le comunità indigene e rurali, mentre l'acqua e i servizi sanitari devono essere accessibili alle persone diversamente abili. A seguito della prima esperienza fatta con i MDGs, infatti, si è potuto verificare come le intersezionalità fra bisogni e necessità sia la chiave per il raggiungimento di un'inclusione sociale.

Figura 1.1.
UN Photo/Cia Pak, 22 September 2015, United Nations, New York, Photo # 643590, licence creative commons 2.0.

1.2. A che punto siamo arrivati

Nel settembre del 2019, gli Stati Membri delle Nazioni Unite si sono riuniti in occasione del Sustainable Development Goals Summit per rinnovare la loro determinazione a implementare l'*Agenda 2030*, e così raggiungere i 17 obiettivi degli SDGs entro il prossimo decennio.

Al Summit, si è riconosciuto il progresso verso il raggiungimento degli obiettivi fissati per i primi quattro anni dell'Agenda. Tuttavia, gli sforzi per il raggiungimento degli obiettivi stabiliti per il 2030 sono stati considerati troppo esigui e modesti. Infatti, a seguito di una diminuzione dal 15.7% nel 2010 al 10.0% nel 2015, il tasso di povertà estrema si è ridotto sempre più lentamente, raggiungendo l'8.2% nel 2019.[1.5] Secondo i dati relativi a quell'anno, nel 2019 783 milioni di persone non hanno avuto accesso all'acqua potabile, quasi 2.5 miliardi a servizi igienici adeguati, e circa 8 milioni di persone all'anno sono morte a causa di malattie legate alla mancanza o poca qualità dell'acqua, o a seguito di calamità naturali. Nonostante gli evidenti margini di miglioramento, questi dati indicano un progresso nella riduzione della povertà globale.[1.6] Infatti, se 30 anni fa un terzo della popolazione mondiale viveva in estrema povertà, oggi meno del 10% delle persone vivono con meno di US$1.90 al giorno.[1.7]

Nel 2020, la comunità internazionale ha visto la pandemia globale di COVID-19 avere un impatto drammatico sul processo di sviluppo globale. Infatti, la crisi sanitaria ha presentato nuove e importanti sfide rispetto al percorso stabilito dagli SDGs, indicando un primo lieve aumento nei tassi di povertà dal 1998.[1.8]

Secondo una stima della Banca Mondiale, infatti, il numero totale di persone in stati di estrema povertà (sotto ai US$1.90 al giorno) aumenterà di 40-60 milioni nel 2020 rispetto all'anno precedente.[1.9] Inoltre, la ricerca indica che la percentuale della popolazione mondiale che vive con US$3.20 al giorno potrebbe crescere del 23%, salendo da 40 a 150 milioni di persone. Da un incremento del tasso di disoccupazione all'aumento dei prezzi e l'interruzione di servizi essenziali come la sanità e la scuola, la pandemia ha avuto e avrà conseguenze particolarmente dannose sulle popolazioni più svantaggiate.[1.10]

Circostanze di questo genere rappresentano un serio ostacolo al compimento del piano di collaborazione internazionale studiato nel 2015 dalle Nazioni Unite, rendendo così particolarmente ostico il raggiungimento degli SDGs entro il 2030. Prevedibilmente, l'Obiettivo più seriamente colpito dalla pandemia è il terzo, che ambisce ad assicurare la salute e il benessere di ogni cittadina e cittadino.

Le Nazioni Unite però sottolineano che il coronavirus non è soltanto una crisi sanitaria, ma soprattutto una crisi sociale ed economica. Infatti, come riportano in una recente ricerca, la pandemia globale potrebbe aumentare la povertà globale di addirittura un miliardo di persone, ovvero l'8% della popolazione mondiale totale, con conseguenze a lungo termine sulla sanità, l'accesso all'acqua e ai sanitari, fino ad avere un impatto sull'educazione e diritti umani e, nei casi più severi, la sicurezza alimentare e la nutrizione.[1.11]

Ciononostante, la pandemia rappresenta anche un'importante opportunità per cambiare i paradigmi antropocentrici che hanno caratterizzato le società moderne per secoli. Infatti, le circostanze senza precedenti che hanno animato la maggior parte del 2020 ci hanno portato a ripensare tante delle dinamiche che davamo per scontate, sfidandoci a immaginare un ordine sociale che metta in discussione il paradigma di consumo e produzione intensivi su cui si costruiscono gran parte dei sistemi sociali contemporanei.[1.12]

1.3. Di cosa c'è bisogno adesso

La pandemia ci ha dimostrato in maniera tragicamente tangibile la forza della globalizzazione odierna e, di conseguenza, la necessità di rilanciare una collaborazione internazionale su scala globale. Inoltre, il COVID-19 è stato, ed è tuttora, espressione di una crisi ambientale che si manifesta sempre più prepotentemente. Questa ha dunque richiamato l'attenzione a livello globale, soprattutto in seguito alla testimonianza da parte della comunità scientifica che ha sottolineato la connessione tra lo sfruttamento non sostenibile di risorse naturali e il pericolo di pandemie globali.[1.13]

In risposta alle difficoltà incontrate a livello globale negli ultimi 5 anni, le Nazioni Unite hanno identificato una serie di misure necessarie per il raggiungimento degli SDGs entro il 2030. In particolare, sono state identificate cinque aree di azione:

1. Prima la Salute: Protezione dei Servizi Sanitari Durante la Crisi;
2. Protezione delle Persone e Servizi Sociali di Base;
3. Protezione del Mercato del Lavoro e dell'Economia;
4. Risposta Macroeconomica e Collaborazione Multilaterale;
5. Coesione e Resilienza Sociale.

Prima la salute: protezione dei servizi sanitari durante la crisi

I sistemi sanitari sono stati sopraffatti dalla domanda di servizi generata dalla pandemia di COVID-19. Quando i sistemi sanitari collassano, sia la mortalità dovuta alla pandemia che quella dovuta ad altre condizioni aumentano drammaticamente.

Per prevenire questo rischio, l'UN ha concepito tre principali azioni di mitigazione della crisi:

- Forniture di dati a sostegno di servizi clinici essenziali;
- Riduzione degli ostacoli finanziari per i servizi essenziali e accelerazione dell'accesso alle tecnologie emergenti, quali la diagnostica, i vaccini e i trattamenti, che consentono di fornire in modo sicuro servizi essenziali efficaci;
- Concentrazione sui soggetti più vulnerabili, garanzia della continuità dei servizi in ambienti fragili, sostegno degli sforzi per colmare le lacune nel monitoraggio e raggiungimento delle popolazioni più vulnerabili in tutti i paesi.

Protezione delle persone e servizi sociali di base

Lo United Nations Development System (UNDS)[1.14] sosterrà i governi a fare scelte politiche che consentano di fornire in maniera efficace una protezione sociale ed economica alle persone in stato di bisogno, prevenendo così l'aumento del tasso di povertà. Una serie di programmi di protezione sociale e di servizi di base dovrà infatti essere potenziata dai governi per tutta la durata della crisi, ma anche in vista del periodo post pandemico. Questi saranno guidate da una partecipazione costante del corpo cittadino, a sostegno dell'importanza dell'intelligenza collettiva. In particolare, le iniziative dell'UNDS saranno guidate dai seguenti principi:

- L'uso e il rafforzamento dei sistemi e servizi di protezione sociale esistenti a livello governativo e contribuirà alla creazione di sistemi nuovi ed emergenti. Questo aiuterà l'efficienza e l'impatto dei servizi, facilitando la costruzione di sistemi per il lungo termine.
- La fornitura di assistenza dei paesi a fare il passaggio da risposte a breve termine a soluzioni nazionali di lungo periodo con finanziamenti sostenibili ed equi; e
- La ricerca di un accordo esplicito con le agenzie partner e i governi circa gli obiettivi e la logica della collaborazione in questo campo, compresa l'assistenza tecnica di diverse agenzie ai sistemi nazionali di protezione sociale in diversi contesti.

Protezione del mercato del lavoro e dell'economia

Una lezione appresa dalle crisi precedenti è che il sostegno ai redditi dei lavoratori e all'occupazione deve essere al centro dello sforzo di ripresa. Per proteggere i posti di lavoro e i redditi più vulnerabili, le Nazioni Unite propongono tre priorità d'azione che saranno sostenute dalla consulenza e programmazione politica delle specifiche nazioni:

- Primo, politiche fiscali e monetarie attive per stimolare l'economia e l'occupazione, per la lotta contro il calo della domanda aggregata ed effetti deleteri sul mercato del lavoro; politiche settoriali per contrastare gli effetti negativi delle chiusure e della contrazione del commercio internazionale e delle rotture delle catene mondiali; investimenti nell'economia assistenziale (sanità e istruzione), dove le donne rappresentano i tre quarti dell'occupazione totale;
- In secondo luogo, è fondamentale fornire un sostegno finanziario immediato alle PMI e a *freelancers* attraverso (a) sovvenzioni, prestiti e sgravi fiscali alle imprese, (b) proroghe della moratoria del debito sui pagamenti ai servizi pubblici, gli affitti e i prestiti, (c) regimi di mantenimento dell'occupazione, (d) ferie/malattia retribuite, (e) sostegno alla conversione della produzione verso esigenze immediate di mantenimento delle imprese, per aiutare queste ultime a raggiungere i clienti attraverso strumenti e piattaforme digitali;
- Terzo, proteggere le lavoratrici e i lavoratori vulnerabili attraverso trasferimenti di denaro e trasferimenti in natura, assicurazioni sociale, e l'accesso ai servizi di assistenza per coloro che devono continuare a lavorare durante i periodi di lockdown.

Risposta macroeconomica e collaborazione multilaterale

Le economie della grande maggioranza dei paesi del mondo avranno bisogno dello spazio fiscale per finanziare le misure di risposta alla pandemia di COVID-19. Tuttavia, molti Paesi non saranno in grado di raccogliere le risorse necessarie. Infatti, il 44% dei Paesi più poveri era già ad alto rischio di sofferenza fiscale prima della pandemia. Molti Paesi esportatori di petrolio, nonché quelli che dipendono dai turisti, sono ora ad alto rischio di sofferenza del debito. Molti Paesi a reddito medio e piccoli Stati Insulari in via di Sviluppo (SIDS) richiederanno probabilmente una ristrutturazione del debito, e L'ONU può aiutare tali sforzi con diversi strumenti.

A livello globale e regionale, l'ONU fornisce un forum per un dialogo inclusivo tra Stati creditori e debitori. Inoltre, sono state presentate iniziative e strumenti innovativi per liberare risorse per gli SDGs e gli investimenti nella lotta al cambiamento climatico. Ad esempio, la Commissione Economica per l'America Latina e i Caraibi (ECLAC) ha proposto di convertire il debito estero dei Caraibi in pagamenti annuali in un fondo di resilienza, che può essere una fonte di finanziamento per gli investimenti in risposta alla crisi e per il raggiungimento degli SDGs.

A livello nazionale, i Quadri Integrati di Finanziamento (Integrated National Financing Framework - INFF) forniscono una serie di strumenti per connettere i processi di pianificazione e finanziamento. Inoltre, il sostegno delle Nazioni Unite alla gestione del debito dei singoli paesi potrebbe essere integrato ad un servizio di consulenza tecnica per sostenere i paesi più in difficoltà. Dunque, il Financing for Sustainable Development Report (FSDR) della Task Force Inter-Agency sul Finanziamento per lo Sviluppo si concentrerà, dal 2021, sull'impatto del COVID-19 in materia di finanziamento dello sviluppo.

Coesione e resilienza sociale

Le comunità sono vittime dirette dell'impatto socioeconomico della pandemia, e sono al tempo stesso essenziali per garantire una ripresa a lungo termine. Le Nazioni Unite quindi riconoscono che per realizzare l'Agenda 2030 sarà necessario presentare una serie di investimenti per la loro ripresa. La capacità di mitigare l'impatto socioeconomico della pandemia di COVID19 dipenderà in gran parte dai governi locali e da soluzioni e risposte personalizzate, guidate dalle comunità, che vedano come protagonisti le donne, le anziane e gli anziani, le giovani e i giovani, così come tutti i gruppi socialmente ed economicamente marginalizzati.

L'impegno delle Nazioni Unite per lo sviluppo locale si estende alla **fornitura di servizi** basati sulla comunità, alla pianificazione partecipativa e alla supervisione locale dei servizi, nonché al miglioramento della resilienza delle città e delle comunità per resistere agli shock, sia che si tratti di crisi economiche o di disastri climatici.

Aree specifiche alle quali l'UNDS dà priorità per aiutare i governi nazionali e locali a rafforzare la coesione sociale e la resilienza della comunità includono:

- **La facilitazione di un dialogo sociale inclusivo**
  L'UNDS utilizzerà le proprie partnerships e i propri mezzi di consultazione per promuovere il dialogo sociale e il consenso sulle misure chiave relative alla risposta socioeconomica al COVID-19, in particolare attraverso un rapido dispiegamento di gruppi di figure professionali multidisciplinari per contribuire ad aprire gli spazi di dialogo e facilitare le risposte nazionali partecipative.
- **Il potenziamento dei livelli di resilienza della comunità, la partecipazione e la fornitura di servizi equi**
  I governi nazionali e locali possono avvalersi dell'expertise e delle strategie delle Nazioni Unite in materia di **sviluppo delle comunità**, decentramento del potere decisionale, finanziamento degli enti locali, riqualificazione delle baraccopoli e riduzione del rischio di desertificazione, sia nelle aree urbane che in quelle rurali. Una delle priorità dell'UNDS sta infatti nel potenziare e connettere organizzazioni e reti basate su sistemi di risposta guidati dalla comunità. Dunque, le iniziative collettive esistenti in materia di riduzione del rischio di catastrofi sono un elemento chiave per fornire assistenza a gruppi vulnerabili ed emarginati.
- **Sostegno alla governance, alle libertà** fondamentali e allo Stato di diritto
  Nel progettare le risposte a COVID-19, vi è il rischio di crescenti restrizioni – volontarie o involontarie – sulle libertà delle cittadine e dei cittadini. Minacce alla privacy, riduzione della libertà di parola e pesanti misure di sicurezza che possono minare la democrazia e durare più a lungo di quanto strettamente necessario. Tuttavia, è essenziale che la pandemia sia sconfitta proteggendo i diritti civili e politici del corpo cittadino. Perciò, ad esempio, l'UNDS avrà un ruolo critico nel sostenere la magistratura e relazionarsi con i servizi di sicurezza per fornire consulenza a proposito di interventi conformi ai diritti umani. Infine, tale logica dovrà essere utilizzata per fornire capacità e protezione alle Istituzioni Nazionali per i Diritti Umani (NHRI),[1.15] con lo scopo di monitorare e coinvolgere i governi con consulenze mirate.

Per raggiungere gli SDGs e affrontare le sfide sociali interconnesse presentate in questo capitolo, è essenziale costruire un paradigma di collaborazione e innovazione sociale al livello globale. A tale fine, le tecnologie emergenti sembrano rappresentare un'importante opportunità. Nei capitoli seguenti andremo quindi ad esplorare le loro potenzialità, indagandone gli effetti in relazione alle questioni qui affrontate.

Note

1.1. Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS). (n.d.). Obiettivi di sviluppo sostenibile | SDGs. https://www.aics.gov.it/home-ita/settori/obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-sdgs/

1.2. Nazioni Unite. (n.d.). United Nations Development Programme. https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-1-no-poverty.html

1.3. Nazioni Unite. (2015). Obiettivi per lo sviluppo sostenibile (SDG). https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/SDG-linee-guida.pdf

1.4. United Nations Development Program. Global Multidimensional Poverty Index 2019: Illuminating Inequalities. http://hdr.undp.org/sites/default/files/mpi_2019_publication.pdf

1.5. Nazioni Unite. (2020). The Sustainable Development Goals, our Framework for COVD-19 Recovery. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sdgs-framework-for-covid-19-recovery/

1.6. World Top 20 Project. (2019). Trying to Survive in poverty. https://worldtop20.org/world-poverty-rate#

1.7. World Bank (2019). Which countries reduced poverty rates the most? https://blogs.worldbank.org/opendata/which-countries-reduced-poverty-rates-most

1.8. Global Citizen. (2020). How COVID-19 Will Affect the Sustainable Development Goals. https://www.youtube.com/watch?v=SmhEhqLAn8A

1.9. Ibid.

1.10. Ibid.

1.11. Nazioni Unite. (2020). The Sustainable Development Goals, our Framework for COVD-19 Recovery. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sdgs-framework-for-covid-19-recovery/

1.12. Ibid.

1.13. Laura La Posta. (n.d.). L'Onu: Legame diretto tra pandemie, inquinamento e perdita di biodiversità. Il Sole 24 ORE. Accesso effettuato il 21 gennaio 2021, da https://www.ilsole24ore.com/art/l-onu-legame-diretto-pandemie-inquinamento-e-perdita-biodiversita-ADV0CMV

1.14. United Nations. (n.d.). Development Reform. https://reform.un.org/content/development-reform

1.15. European Network of National Human Rights Institutions. (2020). About National Human Rights Institutions. ENNHRI. http://ennhri.org/about-nhris/

2

Tecnologie emergenti

A cura di Impactscool

2.1. Cosa sono le EmTech: tecnologie per il bene comune

Una tecnologia emergente è una "tecnologia radicalmente nuova e relativamente in rapida crescita caratterizzata da un certo grado di coerenza che persiste nel tempo e con il potenziale di esercitare un impatto considerevole sui domini socio-economici osservati in termini di composizione di attori, istituzioni e modelli delle interazioni tra questi, insieme ai processi di produzione della conoscenza associati. Il suo impatto più evidente, tuttavia, risiede nel futuro e quindi nella fase di emergenza è ancora alquanto incerto e ambiguo".[2.1]

In questa definizione troviamo tutti gli elementi utili a comprendere la centralità di queste tecnologie in dibattiti riguardanti gli impatti e gli interessi di imprenditrici e imprenditori nel cogliere, prima di altri, tendenze future. Proprio per la loro natura ambigua e portata trasformativa, risiedono opportunità e minacce che aumentano divisioni tra posizioni tecno-ottimiste, fiduciose nel progresso umano, e tecno-pessimiste, preoccupate per gli impatti negativi che queste tecnologie possono avere sullo status quo della società nella quale emergono. Entrambi i punti di vista sono fondati: le tecnologie, infatti, a seconda del modo in cui vengono disegnate e applicate, possono generare impatti sia positivi che negativi. Pensiamo ad esempio all'invenzione della stampa a caratteri mobili in grado di moltiplicare in modo esponenziale la diffusione della conoscenza ma anche di diffondere pamphlets di impostori e notizie false, similmente a ciò che sta accadendo oggigiorno con l'invenzione del World Wide Web e il problema delle cosiddette *fake news*.

Il nostro tempo, così tecnologico, sempre più veloce, interconnesso e complesso, ci impone una riflessione su come sviluppare un modus operandi che permetta di indirizzare al meglio gli impatti positivi attesi dalle applicazioni tecnologiche e di contenere o rimediare possibili impatti negativi.

Questo approccio non può prescindere da una riflessione profonda che sia in grado di offrire principi che ci guidino nell'impresa. In alcuni campi, questa necessità è stata altamente compresa e viene richiesta a gran voce da molte persone [2.2]: ad esempio, università come Harvard [2.3] e Stanford [2.4] investono nella creazione di programmi ad hoc di approfondimento etico per studenti e studentesse di ingegneria e di discipline nel campo dell'IA. In maniera analoga, grandi aziende che operano in campo tecnologico si stanno sempre più spesso dotando di comitati etici interni o esterni che ne monitorino le attività e impatti relati.

Considerando la portata trasformativa delle tecnologie emergenti e la velocità del loro sviluppo, è essenziale essere in grado di comprendere i trend tecnologici e farsi trovare pronti, come individui e collettività, ai cambiamenti che essi portano. Da sempre la tecnologia e la scienza sono state in grado di influenzare le nostre società spingendole verso veri e propri cambiamenti epocali.

Come fa notare Sheila Jasanoff, "le invenzioni tecnologiche rompono la continuità e cambiano chi siamo così come il nostro modo di convivere con le altre vite sulla Terra".[2,5] Tuttavia, è bene ricordare che quando parliamo di scenari futuri ci sono diversi elementi che possono contribuire alle trasformazioni a cui andiamo incontro, e che la tecnologia è solo una di essi. Tipicamente, si fa riferimento all'acronimo STEEP (Society, Technology, Environment, Economics, Politics), al fine di identificare gli ambiti da considerare a proposito del futuro: società, tecnologia, ambiente, economia e politica. Non solo ognuno di questi ambiti può contribuire enormemente ad influenzare il futuro, ma sono anche ambiti che tra di loro interagiscono creando una rete di fattori abilitanti o disabilitanti rispetto ai cambiamenti.

Per avere un quadro d'insieme che ci permetta di analizzare gli impatti potenziali di una tecnologia, avremo dunque bisogno di un approccio interdisciplinare e sistemico che sia in grado di rendere conto delle relazioni tra le innumerevoli parti in gioco. Proprio a causa della complessità che caratterizza il contesto nel quale operiamo, a volte, gli impatti delle nostre scelte in ambito tecnologico rientrano nella categoria delle cosiddette *unintended consequences*, conseguenze non volute che possono essere positive o negative, e che impattano non solo il mondo fisico, ad esempio l'ambiente, ma anche ambiti sociali, etici, legali nei quali agiamo e viviamo. Esempi di conseguenze non volute sono il buco dell'ozono, il disastro di Seveso nel 1976, o quelli di Chernobyl e Fukushima.

Il concetto di conseguenze non volute apre una serie di questioni: come mai non sono state previste? Si tratta di un errore nel design iniziale oppure di questioni che hanno un'origine esterna e che quindi non avrebbero potuto essere previste in alcun modo? La risposta a questi quesiti potrebbe infatti aiutarci a prevenirle. Il fatto è che spesso si tratta di entrambe le cose.

Almeno per quanto riguarda la prima causa, ovvero la possibilità che ci siano errori nel design iniziale, possiamo chiederci se ci siano degli approcci che ci possano aiutare al fine di e considerare tutti i fattori in gioco in anticipo. Invece, per la seconda causa, i fattori esterni non prevedibili, eventuali rimedi sono purtroppo molto più difficili da trovare e risiedono nella nostra capacità di reagire all'impensabile. Ma parlare di impatti delle tecnologie non significa solamente contenere gli impatti negativi; significa anche, e soprattutto, focalizzare intenzionalmente la nostra attenzione su come disegnare e applicare nuove tecnologie in modo che possano contribuire alla risoluzione delle grandi sfide globali che oggi l'umanità si trova dinanzi.

Due saranno quindi gli obiettivi che ci porremo nello sviluppo e nell'applicazione delle nuove tecnologie per il bene comune:

1. Disegnare sistemi che possano evitare per quanto possibile le conseguenze non volute negative; e
2. Utilizzare le potenzialità delle tecnologie per impattare positivamente la società contribuendo, ad esempio, al raggiungimento degli SDGs.

Prima di analizzare quali strumenti abbiamo a disposizione per raggiungere questi due obiettivi, sarà utile inquadrare cosa intendiamo quando parliamo di impatti di una tecnologia e quali modelli possiamo utilizzare al fine di osservarne le evoluzioni e comprenderne le potenzialità.

2.2. Gli impatti delle tecnologie

Fin dal 1000 a.C. abbiamo prova della pratica di tagliare e immagazzinare il ghiaccio quando le temperature sono più basse, al fine di averlo a disposizione in futuro. Da allora, fino al 1.700 d.C. nulla cambiò quando a metà del secolo, William Cullen, importante esponente dell'illuminismo scozzese, diede la prima dimostrazione pubblica di quella che, in partenza, era considerata la macchina frigorifera. Si dovette infatti aspettare circa un secolo prima di vederne un primo vero e proprio prototipo, ad opera di Jacob Perkins nel 1834.

È interessante ricordare come tra i primi prototipi, quello costruito nel 1844 da John Gorrie, avesse l'obiettivo di produrre ghiaccio da utilizzare per abbassare la temperatura dei pazienti affetti da febbre gialla, con ambizioni molto ridotte rispetto all'utilizzo che ne conosciamo oggi.

Nel giro di un altro secolo, nel 1922, Carl Munters och Baltazar von Platen inventa il refrigeratore ad assorbimento e i materiali utilizzati per costruire le macchine frigorifere evolvono, rendendo questa invenzione più efficiente. In questo periodo, tuttavia, la macchina frigorifera era utilizzata solo a livello professionale essendo pericolosa e difficile da installare. Tra il 1920 e il 1945, gli avanzamenti tecnologici permettono invece di iniziare a vedere i primi frigoriferi nelle case. Inizialmente oggetti di lusso accessibili a pochi, sono diventati negli anni successivi oggetto di massa presenti in ogni casa.

Possiamo dunque individuare tre fasi nello sviluppo della macchina frigorifera:
1. introduzione della tecnologia tra il 1910 e il 1920;
2. penetrazione del mercato tra il 1920 e il 1945;
3. mercato di massa a partire dal 1945.

Con un periodo di tempo che dal primo prototipo alla penetrazione di massa ha richiesto circa 120 anni.

In ognuna di queste tre fasi possono essere individuati diversi *triggers*, eventi e condizioni scatenanti che hanno permesso di fare il salto da una fase all'altra. Questi possono avere diverse nature: il superamento dei fattori che rendevano la tecnologia pericolosa, la nascita di una rete di distribuzione, l'abbassamento dei costi di reperimento dei materiali e della produzione, e la conseguente crescita della domanda. Si tratta di un contesto complesso nel quale diversi fattori entrano in gioco e si combinano determinandone il successo e la velocità con cui la tecnologia riesce a passare da una fase all'altra. Questo comporta, per prevedere l'evoluzione di una tecnologia e dei suoi impatti, l'identificazione di potenziali *triggers* e il loro monitoraggio nel tempo.

In termini di impatto, il frigorifero è un buon esempio che ci permette di render conto della numerosità e importanza dei cambiamenti che possono derivare da una nuova tecnologia. Innanzitutto, il frigorifero è in grado di innestare un miglioramento della salute: la conservazione attraverso la refrigerazione infatti diminuisce notevolmente i batteri nei cibi. Inoltre, in termini di mercato, la refrigerazione dell'alimentazione ha anche aperto la strada a nuovi canali di vendita come i supermercati, a nuove categorie come i surgelati e cibi precotti, e a nuove modalità di promuovere i prodotti attraverso il packaging, più adatti al canale di distribuzione di massa.

Un altro impatto importante è stato quello che il frigorifero ha avuto insieme all'introduzione degli altri elettrodomestici dal punto di vista sociale. In un mondo nel quale molte donne dedicavano quotidianamente il loro tempo alla gestione della casa, gli elettrodomestici contribuirono a un'emancipazione più rapida del genere femminile verso l'istruzione e il mondo del lavoro, già accelerata per il ruolo delle donne come forza lavoro durante le guerre mondiali e a questo punto divenuta inarrestabile.

Spingendoci un po' più in là verso impatti più lontani nel tempo, possiamo anche evidenziare una conseguenza non voluta da questa invenzione: supermercati e nuovi packaging che hanno spinto a un aumento esponenziale di materiali quali la plastica per la conservazione dei cibi, con impatto per l'appunto negativo sulla salute del nostro pianeta.

L'esempio del frigorifero ci mostra l'interconnessione e la complessità che caratterizzano il mondo in cui viviamo e la difficoltà nel nostro compito di analisi per indirizzare gli impatti in senso positivo. Inoltre, questo esempio ci permette di evidenziare come gli impatti che siamo chiamati ad analizzare possano essere lontani sia nello spazio sia nel tempo, con diramazioni intergenerazionali che ci richiedono un approccio e una forma mentis sostenibile e responsabile.

2.2.1. Tra leggi e modelli

Riuscire a prevedere gli impatti di una tecnologia può essere uno strumento portentoso per raggiungere l'obiettivo di contribuire al bene comune.
Quando vogliamo fare una previsione sul futuro ci muoviamo però su un terreno complesso e instabile, dato che ciò che conosciamo e controlliamo è solo una minuscola frazione di ciò che ci sarebbe utile per comprendere davvero cosa accadrà negli anni a venire.
Se, quindi, non è possibile prevedere l'esatta consequenzialità del futuro, è tuttavia fattibile delineare dei modelli che, basandosi sul passato e sul presente, siano in grado di aiutarci nell'impresa. Proviamo ad esplorarne qualcuno.

2.2.2. Tipologia di impatti e innovazioni

Sulla base dell'esempio analizzato, possiamo affermare che le tecnologie implicano cambiamenti e impatti svariati in vari ambiti della nostra vita e distribuiti nel tempo e nello spazio. A questo punto però risulta necessaria una distinzione riguardo alle diverse nature che gli impatti che ci prefiggiamo di prevedere e indirizzare possono assumere.
Un modello utile è offerto da Jim Kalbach che distingue 4 zone di innovazione in base alla combinazione tra il grado di progresso tecnologico che caratterizza la nuova tecnologia e l'impatto che questa ha sul mercato.

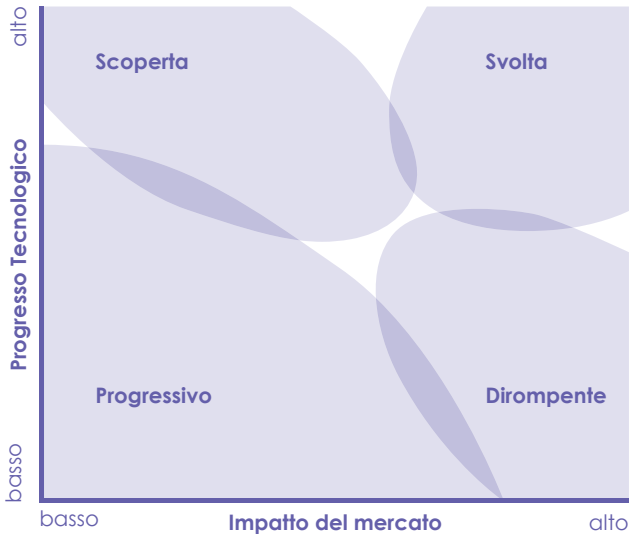


Figura 2.1.
Le 4 zone di innovazione.[2.6]

Le quattro zone che ne derivano possono essere così descritte:

1. Incremental: miglioramenti che apportano modifiche modeste a prodotti e servizi esistenti. Un esempio può essere la nuova versione dell'iPad lanciata da Apple periodicamente, al fine di offrire nuove funzionalità e miglioramenti che le permettano di mantenere il proprio vantaggio competitivo;
2. Breakthrough: innovazioni rivoluzionarie che comportano un grande progresso tecnologico, come ad esempio il primo iPhone che ha completamente modificato il mercato introducendo un nuovo tipo di prodotto tecnologicamente avanzato;
3. Disruptive: termine coniato da Clayton Christensen nel best-seller "The Innovator's Dilemma" e che sta a indicare un'innovazione che modifica completamente la proposta di valore del prodotto o servizio. Un esempio può essere quello di Airbnb, o quello delle compagnie aeree low cost. Si tratta di innovazioni che conducono a un vero e proprio nuovo modello di business rendendole difficili da emulare per gli operatori tradizionali del settore che stanno rivoluzionando.[2.7]
4. Game Changer: innovazioni trasformative con impatti radicali sulla società e sugli esseri umani. Un esempio potrebbe essere quello delle auto a guida autonoma, in grado di cambiare completamente il nostro modo di muoverci, di impiegare il nostro tempo, di relazionarci con determinati beni, di vivere e lavorare.

2.2.3. Velocità di sviluppo

L'esempio del frigorifero ci ha mostrato la capacità trasformativa di una tecnologia che si è sviluppata nel giro di circa due secoli fino ad arrivare a una penetrazione di mercato in grado di creare una discontinuità con il passato. Ma cosa succede quando una tecnologia è in grado di svilupparsi in molto meno tempo? È questo tipicamente il caso delle tecnologie emergenti oggi: molte tecnologie infatti seguono tassi di crescita tali da accorciare notevolmente i tempi richiesti per le varie fasi di sviluppo e, di conseguenza, accelerare il loro impatto sociale.

La loro tipica ambiguità però non ci permette di comprenderne sempre la portata tanto che "tendiamo a sovrastimare l'effetto di una tecnologia nel breve periodo e sottovalutare l'effetto nel lungo periodo."[2.8] Con queste parole Roy Amara, ricercatore, scienziato e futurista americano, ha descritto i tipici errori che tendiamo a fare quando cerchiamo di prevedere l'andamento di una tecnologia.

La "Legge di Amara", così è stata battezzata questa affermazione, è stata usata, ad esempio, per spiegare la nanotecnologia. Questa legge si applica molto bene alle cosiddette tecnologie esponenziali[2.9], che sono spesso in grado di aumentare la propria efficacia e penetrare il mercato in decenni anziché secoli.

Uno dei primi a notare questo andamento esponenziale fu Gordon Moore, cofondatore di Intel, che osservò come tra il 1959 e il 1965, il numero di transistor che formano un processore, semplificando potremmo dire la capacità di calcolo di un processore, fosse raddoppiato ogni 18 mesi circa. Ad oggi, questo tipo di accelerazione prende appunto il nome di "Legge di Moore" sebbene alcune tecnologie sembrano viaggiare a velocità addirittura superiori.

Facciamo notare, con Nicholas Agar, che la Legge di Moore e altre leggi che descrivono il comportamento di alcune tecnologie a crescita esponenziale sono leggi di osservazione. A

differenza delle leggi di natura, queste sono condizionali: dipendono cioè da altri fattori. Questo significa che la crescita esponenziale di una tecnologia non sarà ineluttabile, ma sarà legata a fattori quali ad esempio l'interesse che abbiamo nei suoi confronti, l'ammontare degli investimenti che le riserviamo e la conseguente velocità di avanzamento della ricerca. Questo significa che potremmo non avere interesse a sviluppare una determinata tecnologia e, quindi, di bloccarne la crescita. Questo è un importante monito anche dal punto di vista etico, dato che ci ricorda come il semplice fatto che qualcosa possa essere fatto non significa debba essere realizzato ad ogni costo.

2.2.4. – Fase di sviluppo e potenzialità delle tecnologie

Quali strumenti abbiamo a disposizione per analizzare le tecnologie e le loro potenzialità di crescita?

Possiamo avvalerci di un modello per interpretare l'andamento del mercato e delle innovazioni tecnologiche: il cosiddetto "*Hype Cycle*" sviluppato da Gartner. [2.10]

L'Hype Cycle traccia l'andamento di una tecnologia secondo due direttrici: le aspettative che ne abbiamo e il fattore temporale. Questo modello permette di visualizzare la maturità e il tasso di adozione delle tecnologie per comprenderne la potenzialità di risolvere problemi reali e, ai nostri fini, di avere impatti sociali rilevanti. In particolare, ogni tecnologia mappata segue, a diverse velocità, un ciclo che passa da alcune fasi: inizialmente una vera e propria esagerazione, l'*hype* appunto, nella quale, come sottolineato da Amara, le aspettative verso la tecnologia tendono ad essere molto più elevate rispetto alle reali capacità. In seguito, è la volta di una fase di disillusione nella quale prevale il disappunto per le promesse non mantenute rispetto alle aspettative iniziali. Infine, segue una fase di sviluppo produttivo che permette alla tecnologia di raggiungere la propria maturità.

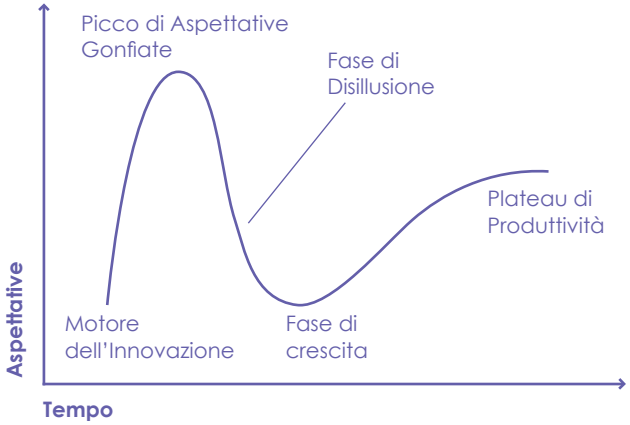


Figura 2.2.
Il modello Hype Cycle di Gartner.[2.11]

Per farci un'idea del panorama attuale possiamo analizzare il grafico frutto dell'analisi di Gartner per il primo semestre del 2020. Il grafico ci mostra la fase nella quale si trovano le principali tecnologie emergenti e ci indica quale sia l'orizzonte temporale nel quale ci si aspetta possano raggiungere la fase di produttività critica.

In questo caso, è altamente interessante osservare come ci siano una serie di tecnologie che, guidate da interesse e investimenti notevoli per via della pandemia, si siano sviluppate a una velocità notevole, quindi entrando nel ciclo e risalendo la prima curva a velocità record. Queste sono il passaporto sanitario e le tecnologie per il distanziamento sociale, che hanno raggiunto in soli 6 mesi una penetrazione di mercato pari al 20%, trainate da paesi come la Cina e l'India che le hanno rese obbligatorie per le proprie numerose popolazioni.

Questo modello è particolarmente utile per chi intende favorirne le applicazioni per il bene comune, e per la risoluzione delle grandi sfide globali. Infatti, ci può aiutare a leggere con la giusta dose di realismo il panorama tecnologico disponibile e a investire di conseguenza in progetti che sappiano trovare il giusto equilibrio tra potenzialità positive e realizzabilità.

Sarà bene quindi non solo scegliere le tecnologie che risultano più adatte in questo senso, ma anche riconoscere il fatto che i portatori di interesse legati ai progetti che intendiamo realizzare avranno a loro volta aspettative parametrate dall'*hype* che c'è attorno a una determinata tecnologia.

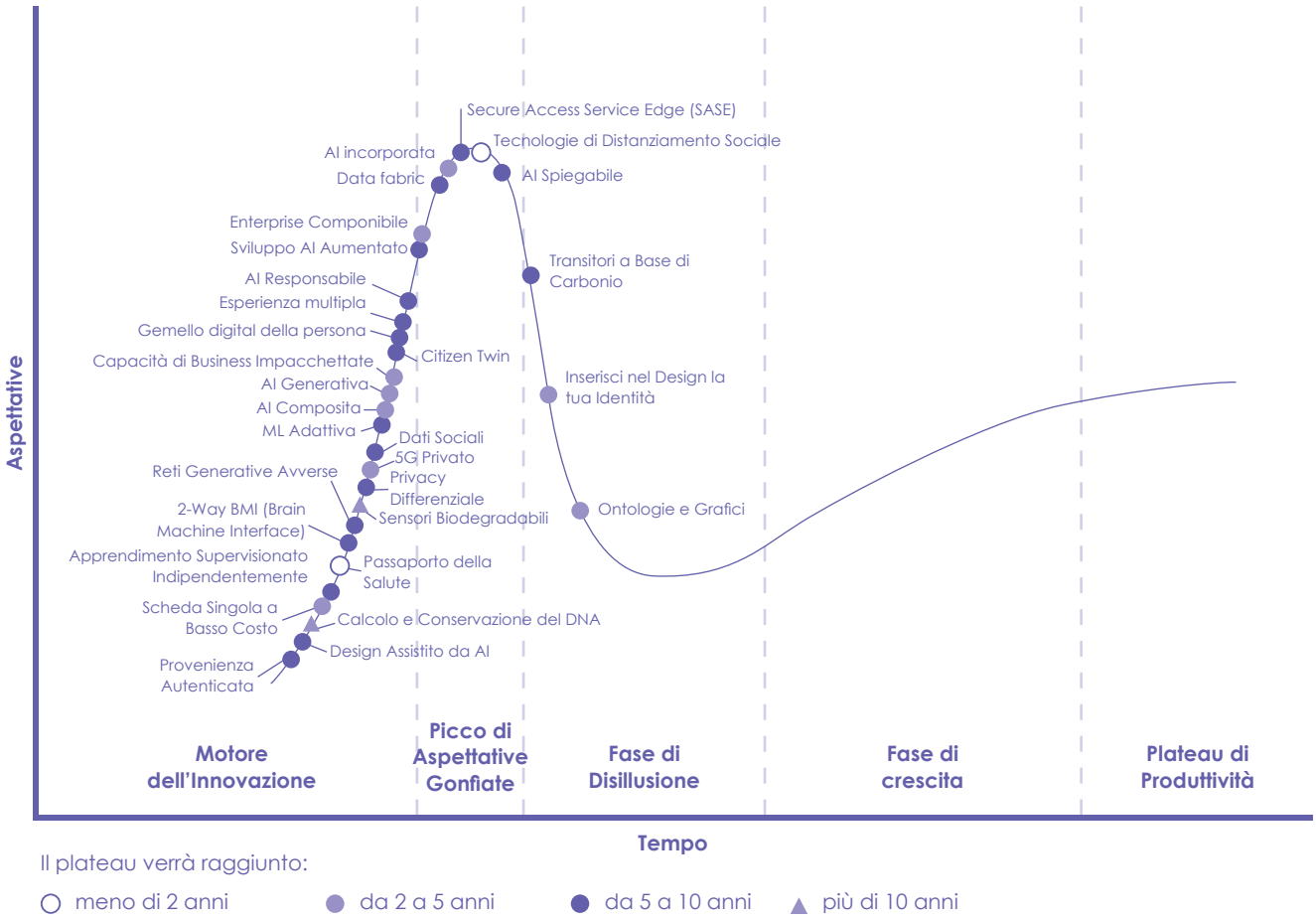


Figura 2.3.
Gartner Hype Cycle, 2020 (Luglio 2020). [2.12]

2.3. Come funziona l'innovazione EmTech: alcuni principi

Al fine di raggiungere l'obiettivo di generare impatti positivi è essenziale adottare una vera e propria forma mentis e seguire alcuni principi fondamentali descritti di seguito.

Avere un approccio collaborativo

Nel report di Accenture Labs dal titolo "Technology for Good: Scaling Up Social Transformation in the Fourth Industrial Revolution" si legge quanto segue: "Il potere della tecnologia digitale è profondo. Ma nessun singolo attore - governo, affari, società civile, università o individui - potrebbe controllarlo da solo. Crediamo che solo un'architettura sinergica di questi attori della società e della loro "intelligenza collettiva" possa guidare le forze combinatorie della tecnologia verso l'impatto digitale desiderato."[2.13]

È la capacità di più partner di mettere in comune risorse, competenze e conoscenze significative che è fondamentale per portare avanti l'agenda dello sviluppo sostenibile. Klaus Schwab, fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum, riassume perfettamente questo concetto: "I governi, le imprese e la

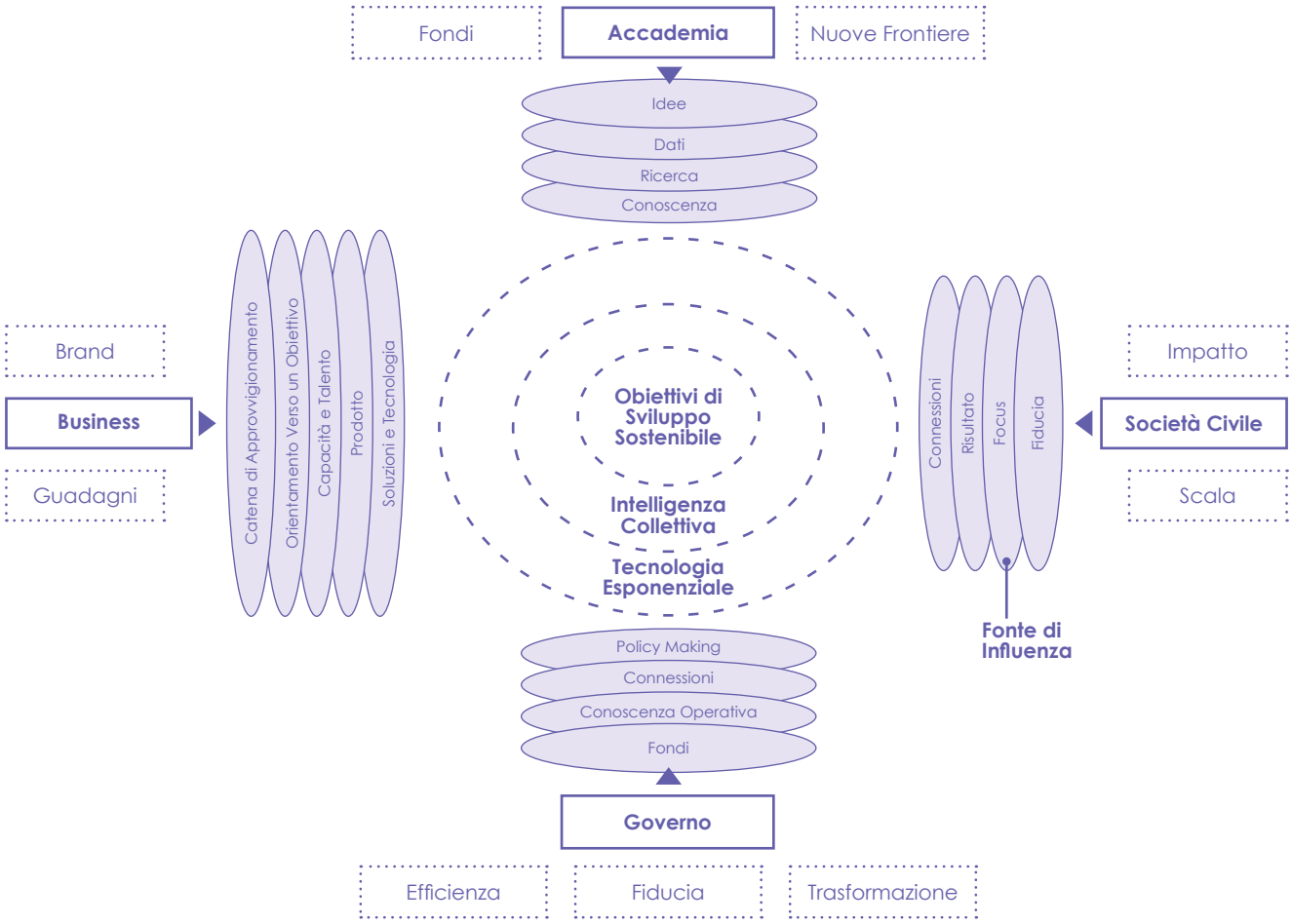


Figura 2.4.
Tech4Good Innovation Framework harnesses "collective intelligence". [2.14]

società civile non possono affrontare da soli le molteplici sfide che abbiamo nell'agenda globale. Abbiamo bisogno di collaborazione".[2.15]

Il report sottolinea come sia necessario un ecosistema sinergico che permetta a tutte e tutti di "contribuire in base alle competenze di base come la ricerca dal mondo accademico, i fondi del governo, i prodotti e l'orientamento agli obiettivi delle imprese e raggiungere e focalizzare la società civile". In un modo per cui

"ogni entità trarrà vantaggio dalle altre che colmano le lacune chiave nella propria capacità di raggiungere gli obiettivi di sviluppo sociale".[2.16]

Guardare alle tecnologie con realismo.
Come specificato parlando del Gartner Hype Cycle, quando abbiamo a che fare con le tecnologie emergenti è molto importante adottare un approccio realista che ci permetta di mantenere le aspettative rispetto ai risultati al giusto livello.

Disegnare le tecnologie con un approccio human-centered.
Quando disegniamo una tecnologia non possiamo prescindere dal considerare il cosiddetto fattore umano.

Secondo Kim Vincente, ricercatore e docente in questo ambito, nonché autore del libro "The Human Factor: Revolutionizing the Way We Live with Technology", possiamo distinguere 5 livelli di fattore umano che dovrebbero essere considerati:[2.17]

1. Il fattore fisico: la fisiologia, forma, e dimensione dei nostri corpi;
2. Il fattore psicologico: la nostra memoria a breve e a lungo termine, i nostri limiti, le nostre potenzialità, i nostri bias cognitivi ecc.;
3. Il fattore del team: debolezze e bias come il pensiero di gruppo e i diversi modi di interagire che si verificano nel momento in cui agiamo come team anziché come singoli individui;
4. Il fattore organizzativo: la vision, lo stile di leadership e le regole vigenti in determinate organizzazioni che possono influenzare notevolmente i nostri comportamenti;
5. Il fattore politico e quindi fattori come l'opinione pubblica, le norme culturali, i valori sociali che devono essere rispettati in una determinata società.

Tutti questi fattori influenzano notevolmente in modo in cui una tecnologia viene applicata, e interagiscono in modo diverso con il modo in cui quest'ultima viene disegnata, a seconda che siano stati presi in considerazione fin dall'inizio. Un design *human-centered* dovrà quindi essere in grado di tener conto di questi diversi livelli.

Anche per questo è molto importante il principio che abbiamo esposto precedentemente: collaborazione.

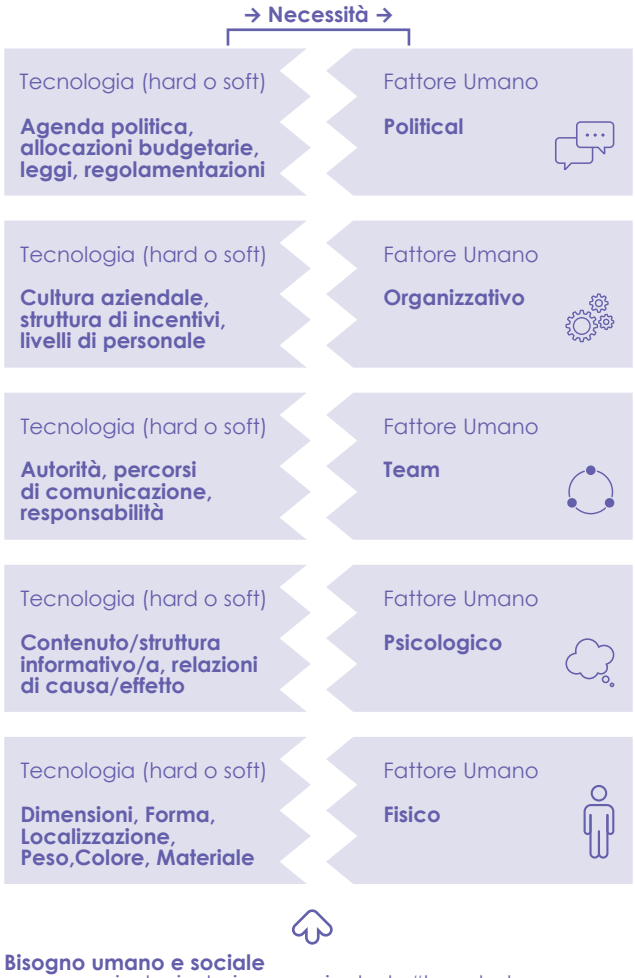


Figura 2.5.
The human-tech ladder

Seguire i principi della sostenibilità e del pensiero sistemico.
Negli ultimi secoli abbiamo sviluppato e adottato un atteggiamento riduzionistico alla risoluzione dei problemi, perdendone di vista le loro complessità.

Un approccio di questo tipo è legato alla tendenza alla divisione dei saperi e alla loro specializzazione. Se da un lato la categorizzazione dei problemi e delle conoscenze ci ha permesso di rispondere a domande fondamentali, dall'altro ci ha reso miopi rispetto alle importantissime relazioni esistenti tra gli elementi che abbiamo nel tempo suddiviso in categorie tra loro differenti.

Abbiamo diviso la realtà come un puzzle in un gran numero di pezzi e abbiamo perso l'abitudine di guardare l'immagine complessiva al fine di una migliore comprensione dei problemi che ci troviamo ad affrontare.

Stiamo però imparando a un prezzo molto alto che il nostro tempo richiede un approccio meno semplicistico e in grado di cogliere la complessità. Questo approccio è quello del pensiero sistemico e della sostenibilità, essenziale al fine di affrontare e risolvere le grandi sfide che abbiamo di fronte.

Analizzare la tecnologia e il suo utilizzo in una prospettiva sistemica significa chiedersi come verrà utilizzata, da chi, come sarà sostenuta, cosa verrà cambiato e quali saranno i potenziali effetti di secondo e terzo ordine di un tale intervento, e così via.

Considerare la tecnologia come un mezzo di amplificazione.
L'ultimo principio che dovrebbe guidarci è quello di focalizzarci sui bisogni sociali più che sulla tecnologia e di non dimenticare che quest'ultima altro non è che un mezzo per amplificare gli impatti che le nostre azioni e decisioni hanno.

2.4. Trend tecnologici: le tecnologie più promettenti e le relative aree di impatto

Al fine di individuare le tecnologie più promettenti in termini di impatti sociali positivi il McKinsey Global Institute[2.18] ha individuato 6 ambiti[2.19] nei quali le tecnologie possono essere un fattore chiave per indirizzare e risolvere alcune sfide strutturali e di transizione: sicurezza del lavoro, tenore di vita materiale, salute e longevità, istruzione, sostenibilità ambientale e pari opportunità.

L'istituto ha analizzato circa 600 diversi casi d'uso e ne ha tratto un elenco di tecnologie che possono davvero fare la differenza nella risoluzione delle più grandi sfide legate ai 6 ambiti individuati:

- i dati e l'intelligenza artificiale;
- la connettività e le piattaforme digitali;
- la robotica;
- l'IoT;
- la realtà aumentata e la realtà virtuale;
- la fabbricazione digitale;
- i nuovi materiali e le biotecnologie;
- la *clean tech*.

Ne risulta il seguente schema visualizzabile in figura 2.6 che combina le tecnologie con gli ambiti nei quali queste possono avere i maggiori impatti positivi.

L'utilizzo dei casi d'uso delle principali tecnologie emergenti è un approccio molto in linea con i princìpi che abbiamo sopra delineato, dal momento che ci permette di abilitare la collaborazione, di adottare un approccio sistemico e realistico, di considerare il fattore umano e di farsi guidare dai bisogni sociali considerando le tecnologie come un mezzo di amplificazione delle nostre azioni.

In questo report abbiamo individuato alcune tecnologie da analizzare con l'obiettivo di raccogliere casi d'uso positivi e di valutare il potenziale di impatto che potrebbe essere amplificato da un ecosistema sinergico e collaborativo. In particolare, di seguito analizzeremo la robotica, l'IA, la stampa 3D, l'IoT e il 5G, la VR e AR e la blockchain.

A partire dall'analisi di alcuni casi d'uso positivi cercheremo di arricchire la nostra comprensione del ruolo delle tecnologie emergenti nella realizzazione di un futuro migliore, inclusivo e sostenibile.

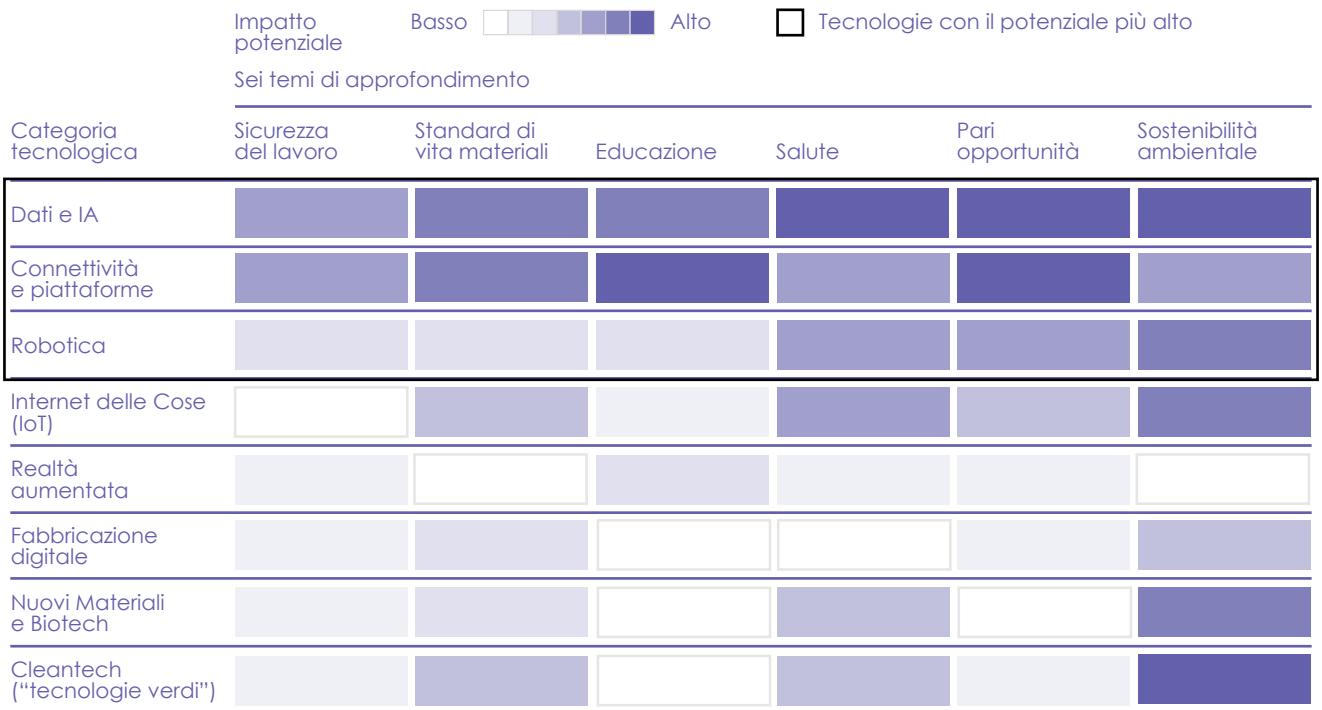


Figura 2.6.
Le tecnologie con il maggior potenziale di miglioramento del benessere.[2.20]

Note

2.1. Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827–1843.

2.2. È importante sottolineare come i dipendenti dei grandi della tecnologia come ad esempio Amazon o Google da qualche tempo si siano organizzati in proteste al fine di ottenere che il proprio lavoro di sviluppo di algoritmi di IA venga applicato solo in determinati ambiti, evitando, ad esempio, le applicazioni militari.

2.3. Il programma di Harvard è qui disponibile. https://embeddedethics.seas.harvard.edu/

2.4. Il programma di Stanford è qui disponibile. https://engineering.stanford.edu/news/new-initiative-seeks-integrate-ethical-thinking-computing

2.5. Jasanoff, S. (2016). *The Ethics of Invention: Technology and the Human Future*. W W Norton & Co Inc.

2.6. Kalbach, J. (2012, June 3). Clarifying Innovation: Four Zones of Innovation. EXPERIENCING INFORMATION. https://experiencinginformation.com/2012/06/03/clarifying-innovation-four-zones-of-innovation/

2.7. Christensen, C. M. (2016). Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail (Reprint edizione). arvard Business School Pr.

2.8. Oxford Essential Quotations. (2016). In S. Ratcliffe (Ed.), Oxford Essential Quotations. Oxford University Press. https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/acref-9780191826719

2.9. La crescita (e il decadimento) esponenziale si verifica quando il tasso di crescita di una funzione matematica è proporzionale al valore attuale della funzione. Per comprendere la portata di una crescita esponenziale proviamo a fare un esempio: immaginiamo una funzione esponenziale a base 2 che descriva la crescita in cm di una pianta che abbiamo in giardino. La nostra pianta oggi è alta 2 cm e ogni giorno crescerà seguendo un andamento esponenziale, in questo caso, raddoppiando la sua altezza. Ci troveremo ad osservare la seguente crescita: giorno 1 = 2, giorno 2 = 4, giorno 3 = 8, giorno 4 = 16, giorno 5 = 32, giorno 6 = 64, giorno 7 = 128 ... e così via: in una settimana la nostra pianta sarà passata da 2 a 128 cm. Una tecnologia esponenziale è una tecnologia che moltiplica esponenzialmente le proprie capacità o diminuisce, alla stessa velocità i propri costi.

2.10. Società di consulenza e ricerca fondata nel 1979.

2.11. Gartner. (n.d.). Interpreting technology hype. https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle

2.12. Gartner. (2020). 5 Trends Drive the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2020. https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-drive-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2020/

2.13. Podder,S., Tanguturi, P., Singh, S. K., Roy P. (2018). Tech4Good Innovation Ecosystem | Accenture. https://www.accenture.com/us-en/insights/future-workforce/artificial-intelligence-blockchain-techforgood

2.14. Podder, S., Kumar Singh, S., Tanguturi, P., Roy, P., Gueret, C., Dubash, N. (2018). Tech4Good: Collectively scaling up social transformation. https://perspectivesonict4d.files.wordpress.com/2018/05/ict4d18_paper_61.pdf

2.15. *World leaders head for Davos as global social contract faces crisis: WEF founder—Xinhua | English. news.cn.* (2018). http://www.xinhuanet.com/english/2018-01/17/c_136900598.htm

2.16. Ibid.

2.17. Vicente, K. J. (2007). The Human Factor: Revolutionizing the Way People Live with Technology (1° edizione). Routledge.

2.18. McKiney. (2019). Tech for Good. Smoothin disruption, improving well-being. https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/tech-for-good-using-technology-to-smooth-disruption-and-improve-well-being

2.19. Questi 6 ambiti sono parte di uno schema più ampio di 10 fattori che costituiscono le fondamenta per misurare il benessere della società e sono stati scelti in quanto sono i più rilevanti in termini di possibili impatti delle tecnologie, nonché quelli più discussi a livello pubblico.

2.20. Tech for Good: Smoothing disruption, improving well-being | McKinsey. (n.d.). Accesso effettuato il 21 gennaio 2021, da https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/tech-for-good-using-technology-to-smooth-disruption-and-improve-well-being?cid=other-soc-twi-mgi-mgi-oth-1905

3

Robotica

A cura dell'Istituto di Robotica e Macchine Intelligenti

3.1. Cos'è la Robotica

La Robotica è la scienza che studia i robot, ovvero quelle macchine dotate di un'intelligenza che le rende capaci di rispondere con azioni a percezioni e stimoli esterni.

Nonostante il termine robot sia stato introdotto nel 1921 dallo scrittore Karel Čapek per indicare schiavi umanoidi artificiali,[3.1] e la parola robotica da Asimov nel 1941[3.2] per parlare delle sue famose tre leggi,[3.3] la "preistoria" della robotica è molto più antica: se ne trovano infatti tracce tangibili negli automi del '700,[3.4] nelle bambole karakuri giapponesi,[3.5] nelle macchine teatrali rinascimentali,[3.6] nei meccanismi di Al-Jazari[3.7] e di Erone.[3.8] Ancor prima di questi esempi reali, molte narrative e mitologie riportano descrizioni di esseri animati artificiali che oggi non esiteremmo a chiamare robot: ad esempio il golem della tradizione ebraica già menzionato nel capitolo sull'IA, gli aiutanti di Efesto nell'antica Grecia,[3.9] e l'automa di Yan-Shi nella Cina di 3000 anni fa.[3.10]

Oltre a un'indubbia ispirazione fantastica, i robot moderni sono figli della maturità raggiunta dalle scienze e dalle tecnologie nell'ultimo secolo e trovano origine nella produzione industriale su larga scala, a partire dagli anni '60 (Unimate PUMA). Recentemente, abbiamo potuto osservare la loro diffusione in un numero sempre crescente di scenari applicativi: dopo essere entrati in un numero sempre maggiore di fabbriche, grazie alla moderna robotica collaborativa che affianca ed aiuta le persone invece di sostituirle, i robot stanno cominciando a varcare la soglia delle case, degli ospedali, delle scuole, dei musei e di molti altri ambienti.

Oggi i robot spengono incendi e salvano vite, ma creano anche beni e servizi che fanno guadagnare tempo, migliorano la qualità della vita, del lavoro e del tempo libero.

La robotica, sempre più omnicomprensiva e personale, sta diventando anche più pervasiva, rendendo intelligenti tutte le macchine e le tecnologie che ci circondano, creando nuove prospettive che sollevano sfide avveniristiche per il progresso della nostra conoscenza scientifica, della tecnica e del campo umanistico.

La robotica oggi è una scienza, che combina una forte impronta ingegneristica, uno spiccato carattere multidisciplinare e alcuni caratteri tipici della ricerca scientifica di base. Infatti, oltre a poggiare le sue fondamenta metodologiche su discipline tipicamente ingegneristiche, come la Meccanica, l'Elettronica, l'Informatica, l'IA ed i Controlli Automatici, la robotica oggi si pone domande fondamentali che interrogano la ricerca più avanzata intrecciando metodi e obiettivi con molte altre discipline. In particolare, la robotica studia le interfacce naturali tra macchine e persone con le scienze della mente umana e le neuroscienze; indaga l'integrazione bionica tra corpi naturali e artificiali con le scienze della salute e della riabilitazione; sviluppa nuovi sistemi su scala micro- e nanoscopica, alla frontiera delle scienze dei materiali e dell'energia; studia nuovi meccanismi di apprendimento artificiale con strumenti matematici e computazionali, per distillare in modo efficiente e rapido modelli generalizzabili di interazione fisica con il mondo reale a partire da dati empirici.

Infine, a causa dell'impatto crescente che ha nella nostra società, la Robotica, arriva oggi a lambire discipline prettamente umanistiche e solo apparentemente distanti come la filosofia, l'etica, il design e l'arte.

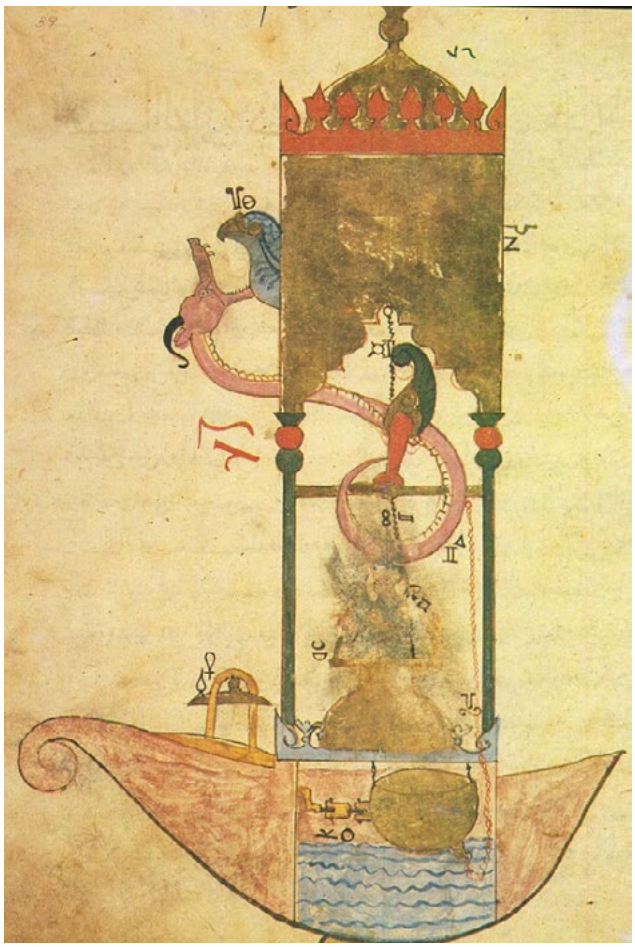


Figura 3.1.
L'orologio idraulico della nave di al-Jazari, *Livre de la connaissance des mécanismes ingénieux.* Commons wikimedia: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en

3.2. Perché è importante

La robotica oggi si pone naturalmente come fulcro transdisciplinare delle Tecnologie dell'InterAzione (IAT), ovvero di tutti quei metodi e quelle tecnologie che vengono utilizzate per la percezione e la modifica degli stati fisici delle macchine in base ad una logica intelligente realizzata artificialmente.

Se da un lato siamo ormai abituati a parlare di Tecnologie dell'Informazione, che puntano a sviluppare l'intelligenza dei sistemi a partire dalla raccolta, trasmissione ed elaborazione di una grossa mole di dati, dall'altra, le IAT e la robotica si focalizzano sullo sviluppo di sistemi in grado di intervenire materialmente sull'ambiente e sulle persone. In altre parole, la robotica è fondamentale nello sviluppo di tecnologie avanzate che diano un corpo fisico all'IA.

Nella robotica, l'intelligenza è progettata insieme alla sua incarnazione fisica attraverso un legame con il mondo reale, per diventare così "*embodied intelligence*", ovvero un'intelligenza incarnata che non si limita a raccogliere ed elaborare dati, ma che si fonda sulle qualità fisiche del robot e dell'ambiente dove questo opera, sulla loro interazione e sulla loro interdipendenza.

La robotica e le IAT saranno tecnologicamente abilitanti per raggiungere obiettivi quali:

- integrare le intelligenze naturali ed artificiali, per combinare le indispensabili capacità cognitive e operative dei lavoratori con il fine di aumentare le abilità di percezione e azione tipiche dalle macchine, in un regime di miglioramento ed apprendimento continuo;
- aumentare l'ergonomia, l'intuitività e l'usabilità delle interfacce tra uomo e robot, per rendere le macchine intelligenti del futuro fruibili efficacemente da parte di tutti, senza una formazione specifica;
- promuovere l'interazione dei robot con l'ambiente e con le persone da un punto di vista sia fisico che sociale, garantendone stabilità e sicurezza grazie all'utilizzo di nuovi materiali, sensori, sistemi di attuazione e architetture di controllo;
- rendere i robot in grado di spostarsi agilmente in ogni genere di ambiente, includendo aria, acqua, sottosuolo e i terreni di natura diversa e accidentata;
- rendere i robot in grado di manipolare con destrezza, velocemente e adattandosi alla variabilità degli oggetti manipolati e delle condizioni di lavoro;
- abilitare una mobilità sostenibile nelle zone urbane ed extraurbane, basate su veicoli a guida semi-autonoma e sul controllo intelligente del traffico;
- migliorare l'autonomia energetica e la capacità di comunicare nelle condizioni che si incontrano negli scenari realistici e applicativi;
- ridurre l'impronta ecologica dei macchinari intelligenti tramite strategie di energy-harvesting e l'uso di materiali eco-compatibili.

Lo sviluppo della robotica andrà a rafforzare e semplificare il lavoro delle persone, sia in ambienti ostili che ambiti industriali e civili, nel campo della medicina, nell'industria agro-alimentare, e per quanto riguarda la mobilità.

3.3. Come funziona in pratica

Un robot è un sistema intelligente immerso in un ambiente interattivo, in grado di compiere azioni che rispondono a degli stimoli esterni percepiti dall'ambiente, secondo una intelligenza realizzata artificialmente.

Per costruire un tale sistema, superando i confini delle prestazioni delle attuali macchine e spianare la strada a quelle tecnologie trasversali che promettono di rivoluzionare molte applicazioni e nei più vari ambienti, la robotica ha sempre avuto come fonte di ispirazione la natura e le abilità dei sistemi naturali. Taluni fenomeni come la crescita, la trasformazione, il comportamento basato sulla percezione, le capacità locomotorie, la presa, la manipolazione e specifici sistemi come i muscoli, gli scheletri, i centri nervosi, gli organi sensoriali, le gambe di una rana, la pelle di un geco, sono tutt'oggi i principali maestri da cui la robotica impara come operare in un mondo dinamico e variegato, mettendo in atto principi di semplificazione che rendono possibile progettare, realizzare ed utilizzare robot con un comportamento efficace, efficiente e adattabile ai cambiamenti.

I principali gruppi di "organi" in cui è concettualmente possibile dividere un robot sono riassumibili come segue (vedi anche lo schema in figura 3.2.):

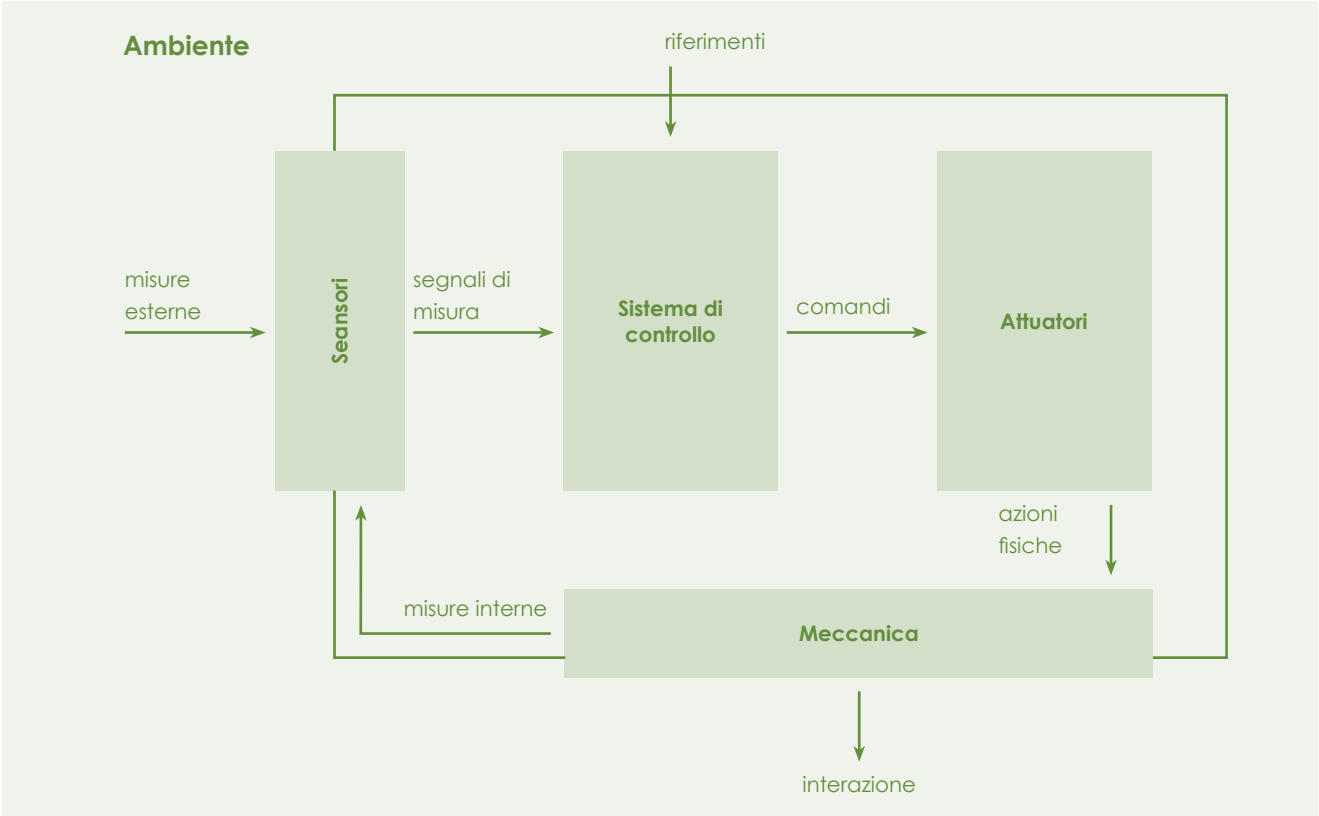


Figura 3.2.
"Organi" di un robot.[3.11]

La meccanica, ovvero la struttura fisica del robot, costituisce la forma attraverso cui il robot dovrà esercitare le sue funzioni. Classicamente per fare un robot dobbiamo sceglierne i componenti: ruote o gambe, mani o pinze, numero di braccia, numero di articolazioni e così via. Più recentemente grazie ai progressi nelle scienze dei materiali e nelle tecniche di progettazione, la struttura meccanica di alcuni robot tende ad essere sempre più integrata e comprende anche componenti deformabili, elementi stampati in 3d, *flexures* e così via.

I sensori sono lo strumento che permette al robot di percepire vari stimoli provenienti dal suo corpo e dall'ambiente circostante, in modo da poter misurare e poi interpretare cosa sta facendo, cosa succede intorno a lui e se le sue azioni stanno ottenendo l'effetto desiderato. Esistono molte specie di sensori, basati sulle più svariate tecnologie, dalle telecamere, ai sensori di posizione e di forza.

Gli attuatori sono i sistemi che permettono al robot di muoversi e di esercitare delle azioni sull'ambiente. Tradizionalmente, la maggior parte dei sistemi di attuazione di un robot sono costituiti da motori elettrici, anche se in alcuni ambiti non è raro incontrare robot con sistemi di attuazione pneumatica, fluidodinamica, chimica e termica.

Il sistema di controllo di un robot ha il ruolo di interpretare le misure provenienti dai sensori e di confrontarle con il comportamento desiderato, specificato da opportuni segnali di riferimento, per comandare di conseguenza gli attuatori affinché agiscano sul robot e sull'ambiente in modo da implementare il comportamento intelligente desiderato.

Anche se tradizionalmente si pensa al sistema di controllo come un "cervello elettronico" che agisce in modo centralizzato, nei robot moderni il sistema di controllo tende ad avere anche un'importante componente distribuita ed integrata con gli altri sistemi, tramite smart-sensors, smart-actuators ed in genere tendendo verso la *embodied intelligence*.

Tuttavia, l'approccio scientifico fondamentale della robotica, anch'esso ispirato alla natura, è quello di concepire i robot come sistemi integrati e non come un assemblaggio di componenti. In tal modo, l'intelligenza è integrata nel corpo e si sviluppa con esso, emergendo dall'interazione del corpo con il mondo.

3.4. Linee guida di buon utilizzo

Al di là degli aspetti prettamente scientifico-tecnologici, la robotica solleva importanti questioni etiche e sociali. L'Italia e l'Europa hanno da sempre dimostrato interesse e precorso il dibattito mondiale su questi temi. Pertanto, le Indagini Etiche, Legali, Sociali ed Economiche (ELSE) sono sempre in prima linea nelle considerazioni relative allo spiegamento e all'uso della robotica ed al suo impatto sulla società.

Tornando per un attimo alle radici letterarie della robotica nella fantascienza, già negli anni Quaranta del secolo scorso Isaac Asimov postulava le tre "Leggi della Robotica":

1. ***Un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.***
2. ***Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non vadano in contrasto alla Prima Legge.***
3. ***Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.***

Asimov 80 anni fa aveva identificato il tema centrale di progettare macchine intelligenti che garantissero **la sicurezza delle persone** (legge 1), **svolgessero la loro funzione** (legge 2), e fossero **durature nel tempo** (legge 3). Tutti aspetti che negli ultimi decenni sono stati codificati in quelle che sono le norme e gli standard che vengono emessi da organismi nazionali ed internazionali (uno tra tutti ISO – International Standards Organization) per andare incontro a questi requisiti.

Facendo ancora un passo indietro, anche gli schiavi robotici di Čapek ci ricordano un altro potenziale aspetto controverso della robotica: la relazione tra la robotica e l'occupazione.

Sebbene sia facile postulare l'equazione "più robot = meno posti di lavoro", numerosi studi ed analisi economiche ci ricordano come le grandi innovazioni tecnologiche abbiano sempre portato a un aumento dei posti di lavoro. Inoltre, le moderne forme di robotica collaborativa sono pensate per accresce la produttività e rendere economico svolgere a livello nazionale attività che oggigiorno vengono, invece, delocalizzate. Perciò lo sviluppo della robotica andrà a salvare quei i posti di lavoro che altrimenti andrebbero persi (artigiani, nuove aziende produttive con robot e macchine intelligenti in Italia invece che all'estero). Non dobbiamo dimenticare inoltre che la robotica promette di abbracciare e superare il concetto di diversità negli esseri umani, armonizzando le capacità produttive di tutti i sessi, le età e i livelli di abilità personali, superando le differenze fisiche dei diversi operatori.

Un ultimo tema dagli importanti risvolti etici e legali, legato all'autonomia dei robot, è quello concernente la responsabilità delle azioni eseguite da sistemi completamente o parzialmente autonomi. Un settore in cui questo tema è molto attuale è quello dei veicoli a guida autonoma, in particolare per quanto riguarda la responsabilità civile e penale di eventuali sinistri che possano avvenire su strada. Anche questo tema viene oggi affrontato grazie alla collaborazione tra legislatori e ingegneri, impegnati nella stesura di norme e buone pratiche per guidare la progettazione e la verifica della sicurezza dei sistemi, e sulla definizione di impianti regolatori e servizi assicurativi che possano garantire la giusta riparazione ad eventuali sinistri. Il dibattito su questi temi sta guidando la definizione di importanti aggiornamenti delle principali convenzioni internazionali che regolamentano la guida su strada, come ad esempio la convenzione di Vienna.

3.5. Quali sono i trend di applicazione

L'Italia è sempre stata all'avanguardia nel settore della robotica, se si pensa che il primo robot teleoperatore al mondo usato in un contesto reale (il Joint European Thorus) è italiano (il MASCOT del CNEN), ed è ancora in uso dal 1959. La tradizione robotica Italiana ha una storia antica e tutt'oggi il nostro Paese è ai primi posti in Europa e nel mondo per l'eccellenza sia nell'ambito accademico e di ricerca, sia nell'ambito industriale.

Le direzioni principali della ricerca in ambito robotico, strategiche per il nostro Paese, sono in discussione per l'elaborazione del "Piano Nazionale della Ricerca" e comprendono tra i temi principali:[3.12]

1. la robotica in ambienti ostili e non strutturati per l'ispezione e la manutenzione di infrastrutture;
2. le applicazioni robotiche per l'Industria 4.0 e per il settore agro-alimentare;
3. la robotica per la salute e quella per la mobilità ed i veicoli autonomi.

Nel primo ambito di ricerca, è possibile trovare tutte quelle applicazioni di bonifica o esplorazione di ambienti non sicuri per la salute umana, come per esempio la gestione o manipolazione di sostanze radioattive.

Tra gli altri esempi possiamo annoverare tutte le sperimentazioni che promuovono la sostenibilità ambientale, la sua difesa, la pulizia e il monitoraggio. Per esempio, esistono ricerche che testano robot per il monitoraggio e la raccolta dei rifiuti sul fondale degli oceani (o robot per la pulizia degli impianti come ad esempio le fognature in India.[3.13] Esistono anche ricerche su applicazioni di robot per arginare i versamenti di petrolio, per monitorare le risorse forestali e segnalare tempestivamente incendi, o ancora applicazioni per l'agricoltura al fine di limitare l'uso di pesticidi. Infine esistono applicazioni sperimentali di robot sminatori e applicazioni "*search and rescue*". In questo ambito è possibile menzionare anche le ricerche in robotica ispirata ai vegetali o particolare specie animali, come insetti o polpi. Infine, la recente pandemia ha visto la sperimentazione di robot per contrastare la diffusione del virus, in particolare per la disinfezione di ambienti diventati "ostili" o per l'assistenza da remoto di pazienti o persone fragili.

Il secondo ambito in costante crescita è la ricerca robotica per applicazioni industriali. Il settore manifatturiero non è nuovo alla robotica da ormai qualche decina di anni. Il trend di sviluppo vede una penetrazione sempre più profonda nei diversi settori industriali, ma anche quelli produttivi in generale, tra cui anche l'artigianato dove è possibile trovare sperimentazioni di robotica collaborativa. Le aree produttive saranno sempre più popolate da *Cobots - collaborative robots* - in grado di collaborare con gli umani. Tra i trend da annoverare esistono anche sperimentazioni per migliorare le condizioni dei lavoratori, in particolare l'ergonomia delle postazioni e delle performance di lavoro, proteggendo adeguatamente l'apparato muscolo-scheletrico dei lavoratori e delle lavoratrici.

Un esempio è costituito dagli esoscheletri. Con lo scopo di migliorare la condizione e la sicurezza di alcuni ambienti di lavoro, sono in crescita applicazioni per l'ispezione e la manutenzione di infrastrutture. Per esempio, sono attive ricerche per l'automazione e la remotizzazione delle ispezioni manutentive delle grandi infrastrutture, come impianti o reti per la mobilità stradale e ferroviaria, ma anche aeroporti e porti, nonché del patrimonio storico architettonico e culturale.

La robotica per il settore agro-alimentare è poi un settore in grande sviluppo, grazie alla crescente domanda di prodotti sostenibili e che rispettino l'ambiente. Lo sviluppo dell'agricoltura di precisione, resa possibile dalla robotica, può essere il fattore abilitante della rivoluzione sostenibile nell'*agri-food*.

Infine, la robotica per la salute, da parte sua mira a sviluppare sistemi in grado di stimolare una vita attiva, monitorare le condizioni di salute, ottenere diagnosi più accurate e ripetibili, permettere un'efficace riabilitazione (anche domestica). I dispositivi robotici in grado di interagire con il chirurgo e la chirurga aiutandolo in interventi complessi sono ormai nella pratica quotidiana, ma ancora grandi sviluppi sono possibili e attesi nel prossimo futuro.

3.6. Casi studio di applicazioni Robotics for Good

3.6.1. Casi studio

Assistenza da remoto: AlterEgo e LHF Connect

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
AlterEgo è stato sviluppato dal Centro "E. Piaggio" dell'Università di Pisa e dall'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) ed è un robot avatar comandato a distanza, che si comporta come un alter ego degli umani per portare assistenza in remoto, per esempio in periodi come quello di una pandemia, in cui l'essere vicini espone al rischio di contagio, o per esplorare territori pericolosi, come luoghi colpiti da terremoti.

La soluzione individuata.
AlterEgo è telecomandato da un operatore che, grazie a dispositivi di controllo immersivi (come un visore VR e un *joystick*), riesce a vedere attraverso gli occhi del robot e a utilizzarne le mani poli-articolate. AlterEgo si muove su ruote ed è alto circa 140 cm; per interfacciarsi con il mondo utilizza le mani robotiche "SoftHand", in grado di aprire maniglie e prendere oggetti attraverso controlli molto semplici e grazie all'applicazione dei principi della *Soft Robotics*.

Questa tecnologia ha permesso la sperimentazione in contesti come l'assistenza da remoto e l'esplorazione di ambienti pericolosi, come per esempio, il sopralluogo di edifici fortemente danneggiati dopo un terremoto.

Impatto
Grazie alle esperienze fatte con le tecnologie racchiuse in AlterEgo, durante la fase di lockdown della pandemia di COVID-19, un team di ricerca dell'IIT in collaborazione con l'Università di Pisa si è adoperato per fornire una soluzione immediata allo scopo di alleviare le conseguenze dell'emergenza e contrastare la diffusione del virus (servizio di telepresenza LHF Connect).

Il progetto LHF Connect mette a disposizione delle strutture sanitarie, le istruzioni per la realizzazione di un servizio di telepresenza, e un robot di telepresenza guidato tramite un software sviluppato e rilasciato gratuitamente (*open source*). Dopo aver raccolto le esigenze di medici e operatori sanitari negli ambienti ospedalieri, è infatti emerso, fin dal principio della fase emergenziale, il problema dell'isolamento dei degenti.

LHF Connect consente di mettere in videocomunicazione degenti e parenti e di effettuare teleconsulti tra personale sanitario, nonché prestare assistenza di base come la consegna dei farmaci o piccoli oggetti, diminuendo l'esposizione del personale al virus e riducendo la possibilità di contagio. Sono due i robot operativi nelle corsie dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana (AOUP) di Cisanello (Pisa), mentre altri test sono stati fatti nel Nuovo Ospedale Apuano della Azienda USL Toscana Nordovest a Massa.

LHF Connect è costruito con una base mobile realizzata modificando un aspirapolvere robotico commerciale, da un cavalletto e un mini pc, per un costo totale di circa 1.000 €. Il robot così assemblato si muove in autonomia nei corridoi degli ospedali, tele-operato a distanza da volontari.

Il nome LHF,[3.14] acronimo di "Low Hanging Fruits", evidenzia come sia stato possibile raccogliere i frutti della più avanzata ricerca robotica svolta negli anni passati, che ora sono a portata di mano per una vasta ed immediata applicazione.

Il progetto rientra anche nell'iniziativa "TechForCar"e, una piattaforma lanciata su iniziativa di I-RIM e Maker Faire Rome - The European Edition. TechForCare raccoglie le esigenze tecnologiche, nate soprattutto in seguito all'emergenza Covid-19, e le connette con chi può offrire soluzioni.

La neurorobotica allo IAS-Lab e la medaglia d'oro a Cybathlon 2020.

Figura 3.2.
ETH Zurich / CYBATHLON

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Per sua natura, la *Brain-Computer Interface* (BCI) è una tecnologia interdisciplinare: le conoscenze di bioingegneria per l'analisi e l'interpretazione dei dati neurofisiologici si fondono con competenze e metodologie più strettamente legate all'informatica e alla robotica. Il fine è di garantire sia una decodifica dei segnali neurali in tempo reale affidabile e robusta, sia lo sviluppo di sistemi robotici intelligenti in grado di interpretare e contestualizzare le intenzioni dell'agente umano rispetto all'ambiente circostante. La BCI infatti costituisce probabilmente uno dei sistemi più innovativi e rivoluzionari nel campo delle interfacce tra macchine e persone. L'idea alla base di qualsiasi BCI è di porre in relazione agente umano e agente robotico, in modo che i segnali cerebrali del primo diventino comandi per il secondo. L'iniziativa si pone come soluzione a una numerosa serie problemi, in primis quelli relativi a disabilità fisico-motorie e l'impossibilità di operare in ambienti pericolosi.

La soluzione individuata.
Negli ultimi anni, il Laboratorio di Sistemi Autonomi Intelligenti (IAS-Lab) del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Padova ha avviato una nuova linea di ricerca nell'ambito della neurorobotica.

Lo scopo di tale ricerca è quello di studiare nuove tecniche di interazione fra persone e macchina e, in particolare, di proporre soluzioni tecnologiche innovative per il controllo di sistemi robotici via BCI. Con queste premesse, nel 2016 è stata fondata la squadra del WHi Team, con lo scopo di sperimentare sul campo le ricerche dello IAS-Lab attraverso la partecipazione a Cybathlon - l'olimpiade dei dispositivi assistivi tecnologicamente avanzati.

Cybathlon è una competizione internazionale organizzata dal Politecnico Federale di Zurigo (ETH Zurich, Svizzera) in cui atleti con disabilità motorie concorrono in diverse discipline sfruttando tecnologie all'avanguardia per l'assistenza. Lo scopo ultimo di Cybathlon è di

portare la ricerca "al di fuori del laboratorio" offrendo così un palcoscenico di rilevanza internazionale dove testare i prototipi in condizioni competitive e in situazioni reali. Nel primo evento del 2016, e nei successivi eventi del 2019 e 2020, più di 70 squadre provenienti da laboratori di ricerca sparsi in tutto il mondo hanno partecipato a Cybathlon esibendo i risultati delle loro ricerche scientifiche e le loro innovative soluzioni. Le discipline presenti a Cybathlon sono molto varie: da prove di abilità in cui gli atleti adoperano protesi robotiche per l'arto superiore per portare a termine compiti di vita quotidiana, al superamento di percorsi tramite l'utilizzo di esoscheletri o sedie a rotelle, e gare in biciclette azionate dalla stimolazione elettrica muscolare.

Una delle discipline più futuristiche è la *Brain-Computer Interface Race* nella quale piloti paraplegici e tetraplegici conducono un avatar dalle sembianze di una carrozzina elettrica attraverso un percorso virtuale utilizzando esclusivamente i loro segnali cerebrali. In questa disciplina, i piloti possono inviare tre diversi tipi di comando: svoltare a destra, svoltare a sinistra, oppure accendere le luci a seconda della posizione del tracciato in cui si trovano. La decodifica e interpretazione del segnale avviene tramite algoritmi avanzati di *signal processing* e *machine learning* che coinvolgono tanto il processo di elaborazione e classificazione quanto una reciproca interazione fra la componente umana e quella robotica.

Impatto

La squadra del WHi Team, composta da Luca Tonin, Gloria Beraldo, Stefano Tortora e Emanuele Menegatti ha partecipato all'edizione di Cybathlon 2019 e 2020 misurandosi nella disciplina della BCI Race. In entrambe le occasioni, il pilota della squadra è stato Francesco Bettella, atleta paralimpico di nuoto e vincitore dell'argento ai Giochi Paralimpici di Rio del 2016.

L'evento di Cybathlon del 2019 si è svolto a Graz (Austria) nell'ambito delle Cybathlon BCI Series. In questa occasione, il WHi Team ha gareggiato contro quattro squadre provenienti dai paesi di Thailandia, Gran Bretagna, Austria e Francia. Francesco Bettella ha ottenuto il miglior tempo sia durante le qualificazioni, sia durante le finali, battendo con più di 40 secondi di margine il secondo classificato e aggiudicandosi la sua prima medaglia d'oro a Cybathlon.

Nel 2020, la competizione Cybathlon che doveva svolgersi a Zurigo è stata convertita in un evento globale online al quale le squadre hanno aderito gareggiando nelle diverse discipline in modalità remota. Il WHi Team ha nuovamente partecipato nella disciplina della BCI Race, schierando il suo pilota Francesco Bettella e sfidando altre sei squadre provenienti dai paesi di Thailandia, Russia, Svizzera, Austria, Gran Bretagna e Cina. Anche in questa occasione, il WHi Team si è distinto ottenendo il miglior tempo e aggiudicandosi la medaglia d'oro per il secondo anno consecutivo.

Le vittorie del WHi Team a Cybathlon pongono l'accento tanto sulla qualità della ricerca condotta allo IAS-Lab, quanto sull'importanza che ricopre l'interazione uomo-macchina nei sistemi di brain-computer interface. La ricerca attuale dello IAS-Lab si focalizza infatti sulla valorizzazione e attuazione del concetto di *mutual learning* fra l'agente umano e l'IA. Attraverso questo nuovo approccio, sia l'agente umano che quello artificiale (il decoder BCI) apprendono ed evolvono simbioticamente, riuscendo così a fronteggiare i comuni limiti dei sistemi BCI tradizionali che non garantiscono un funzionamento continuo e affidabile sul lungo periodo.

L'utilizzo della BCI nella vita di tutti giorni rappresenta attualmente una delle sfide scientifiche e tecnologiche più impegnative. La concreta possibilità di una sua effettiva realizzazione nel quotidiano può aprire nuovi orizzonti non solo nell'ambito dell'assistenza per la disabilità, ma anche nel più ampio campo dell'interazione uomo-macchina. Da una parte, decodificare le intenzioni umane direttamente dai segnali cerebrali e tradurle in comandi per sedie a rotelle, esoscheletri o robot di telepresenza, può restituire un certo livello di indipendenza a quelle persone che soffrono di gravi disabilità motorie. Dall'altra, questa tecnologia all'avanguardia può rappresentare il punto di svolta per lo sviluppo di una nuova generazione di robot collaborativi che combinano la supervisione dell'agente umano e l'intelligenza del robot a un livello totalmente nuovo.

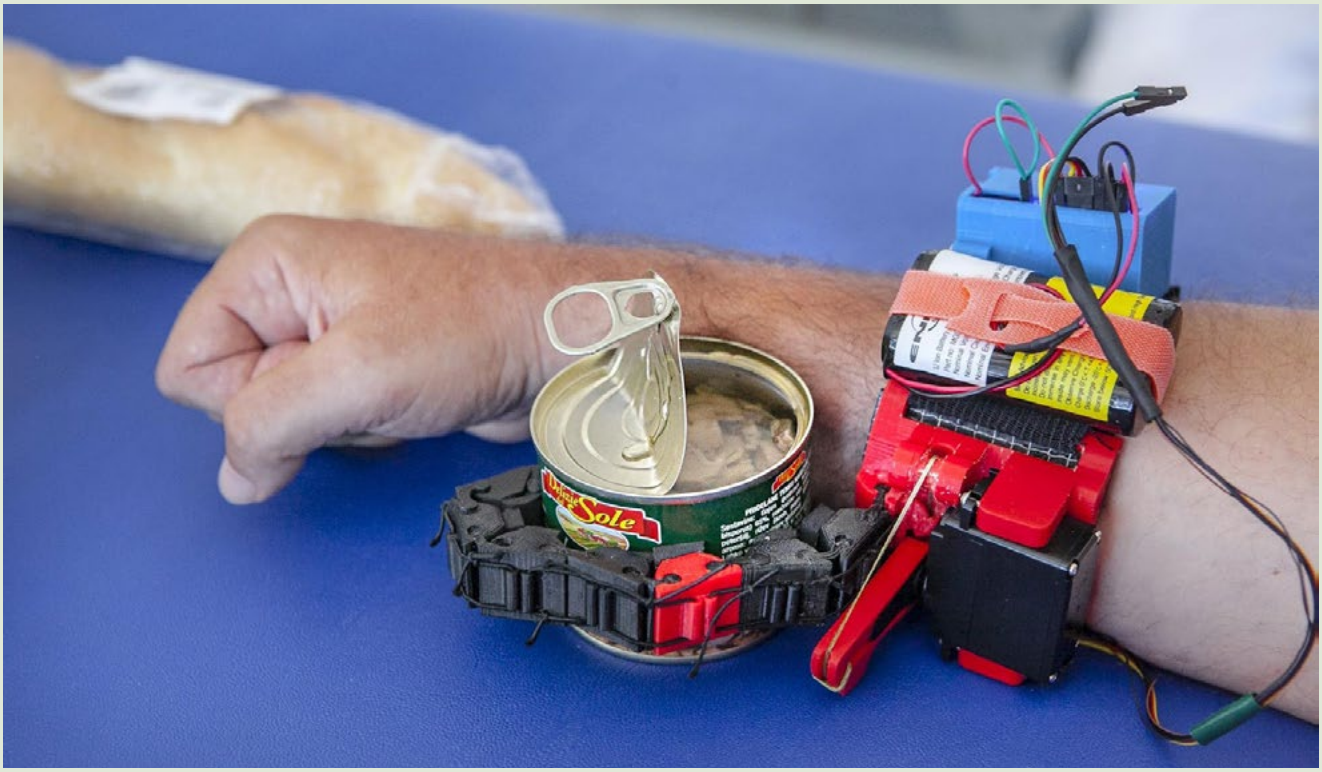


Figura 3.3.
Il sesto dito robotico creato nel Laboratorio del Prof. Prattichizzo mentre supporta un paziente in cucina.

Il sesto dito robotico

Domenico Prattichizzo

La vita di Alessandro scorre serena nell'affascinante città di Siena, adagiata nel cuore delle colline toscane, quando improvvisamente, a 50 anni, lavarsi i denti, sbucciare una mela o aprire un barattolo diventano azioni impossibili. A causa di un ictus, infatti, Alessandro oggi convive con una grave emiparesi che compromette seriamente la mano destra e l'uso del braccio. Tutta la sua quotidianità viene drasticamente stravolta e si vede costretto a ripensare a molte abitudini di vita.

A tre anni dallo sfortunato evento, Alessandro ha incontrato il Prof. Domenico Prattichizzo, Professore di Robotica presso l'Università di Siena e Senior Scientist presso l'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova. Le mani umane e robotiche, insieme all'arte di manipolare gli oggetti, hanno da sempre polarizzato la sua ricerca, che recentemente si è orientata verso la robotica indossabile e la robotica per la riabilitazione. Dall'incontro con Alessandro, il Prof. Prattichizzo e il suo team di ricerca, con la collaborazione del Prof. Simone Rossi dell'Università di Siena, hanno affrontato insieme la sfida di migliorare la condizione di Alessandro e di tutti coloro che soffrono del problema di avere un arto paretico. Ha così inizio un'esperienza che, dopo più di due anni di studio e di esperimenti, ha portato ad un progetto di ricerca altamente innovativo: "Soft robotic Sixth Finger" (http://thesixthfinger.diism.unisi.it).

L'idea è quella di aiutare i pazienti con ictus, e più in generale qualsiasi soggetto con una mano compromessa, aggiungendo un extra dito robotico che può essere utilizzato come strumento compensativo per il recupero di alcune delle funzionalità di una mano paretica al fine di compensare le disfunzionalità dell'arto compromesso in molte attività della vita quotidiana.

Figura 3.4.
Alssandro Bondi a sinistra sta per indossare il sesto dito robotico tenuto dal Prof. Prattichizzo per mettersi al timone della sua barca a vela.

Il dito robotico e la mano paretica cooperano come le due parti di una pinza. Questo metodo permette di recuperare la capacità di prendere e stabilizzare oggetti, continuando a motivare i pazienti a non abbandonare completamente l'uso dell'arto superiore paretico. Il dispositivo non ha bisogno di particolari infrastrutture e può essere facilmente indossato come un bracciale in modo da ridurre l'ingombro anche quando è inattivo.

Le proprietà del sesto dito robotico possono essere potenziate grazie a un'interfaccia indossabile molto leggera che può assumere la forma di un anello o di un bracciale in grado di controllare il sesto dito robotico. Il sesto dito robotico ha ricevuto molti premi dalla comunità scientifica internazionale per il suo carattere innovativo e funzionale.

Come è cambiata la vita di Alessandro? Grazie a questo dispositivo, Alessandro è tornato a fare qualcosa che era inconcepibile dopo l'ictus: come prepararsi un caffè o aprire un barattolo di marmellata. Alessandro è anche riuscito con immensa gioia a risalire sulla sua barca e mettersi al suo timone con maggiore sicurezza nonostante l'arto paretico (https://youtu.be/zbybITNk0N8).

"Il successo di questa esperienza", ha detto il Prof. Prattichizzo "è il risultato del contributo di ogni singolo membro della squadra di cui è entrato a fare parte anche Alessandro. Lavoro duro e grandi competenze hanno trasformato una proposta coraggiosa in un progetto di successo. L'idea di un sesto dito poteva sembrare folle all'inizio, ma si è rivelata vincente. Nel nostro laboratorio investiamo su idee così innovative da sembrare folli. Non importa quanto rischiose o ambiziose queste siano, lavorare insieme con passione e coraggio è la nostra forza. Il nostro team di ricerca è come una squadra di Formula1 dove la professionalità e la collaborazione è essenziale per raggiungere gli obiettivi".

3.6.2. Spunti di approfondimento

Walkman 	WalkMan è un robot adatto a operare in ambienti ostili, utilizzando strumenti e interagendo con l'ambiente circostante in maniera agile ed efficace. Ad esempio, durante il terremoto di Amatrice, Walkman ha operato per ispezionare edifici pericolanti lasciando i tecnici a distanza di sicurezza. Il suo design antropomorfico è infatti più adatto a sostituire gli esseri umani in ambienti pericolosi.
Robot IIT ponte S. Giorgio 	Un robot sviluppato per scopi di ispezione infrastrutturale, e per assicurare nello specifico la sicurezza del nuovo Ponte San Giorgio di Genova. Il robot scorre sulle rotaie esterne del ponte, dalle quali potrà verificare lo stato dell'infrastruttura e inviare immagini e dati a un centro di controllo, dando così modo di intervenire con eventuali azioni di manutenzione preventiva.
Ecorobotix – a green robotic start up 	ARA esegue operazioni di spruzzatura in aree coltivate: campi piani e colture di filatura. Utilizzando una IA all'avanguardia, i suoi sistemi di visione rilevano e spruzzano selettivamente le erbacce con una micro-dose di erbicida.
Robot Da Vinci 	Il sistema chirurgico da Vinci consente di eseguire interventi chirurgici minimamente invasivi con un set avanzato di strumenti e una visione 3D ad alta definizione dell'area chirurgica su cui operare.
Robot ASTRO 	Il progetto si concentra sullo sviluppo e la sperimentazione di una piattaforma robotica assistiva integrata in ambienti intelligenti, in grado di fornire servizi di base della vita quotidiana con interazioni con gli e le utenti. In particolare, l'iniziativa risulta utile rispetto all'assistenza di persone anziane e con difficoltà motorie.

Robot R1 (IIT) 	R1, "Your Personal Humanoid", è il robot italiano sviluppato dall'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) per operare e fornire assistenza in ambienti domestici e professionali.
HUNOVA - Movendo Technology 	Hunova è un sistema robotico progettato in risposta alla necessità clinica di strumenti di trattamento e riabilitazione a sostegno del personale sanitario e pazienti durante il corso del trattamento riabilitativo e recupero.
SoftHand Pro 	La SoftHand Pro (SHP) è una protesi robusta e funzionale dotata di tutte le articolazioni della mano umana ma comandata da un singolo input. Si distingue per la naturalezza, la leggerezza, la semplicità di utilizzo e la sostenibilità economica.
E-Novia Yape 	YAPE è un droide autoguidato per la consegna di cibo e merci. YAPE è una soluzione innovativa per il servizio di consegna che può essere applicata sia all'interno che all'esterno, fornendo servizi a basso contatto.

Note

3.1. Il termine fu introdotto in R.U.R. (Rossum's Universal Robots, I robot universali di Rossum), un dramma fantascientifico del 1920. Qui compare il termine *robot*, inventato dal sostantivo ceco robota (lavoro) per indicare degli umanoidi organici replicati dagli uomini e usati come schiavi.

3.2. Il termine viene usato all'interno della raccolta di racconti di fantascienza "Io, robot" (I Robot) scritte tra il 1940 e il 1950. Le storie, indipendenti tra loro, riflettono sul tema dell'interazione tra robot e genere umano e sulla morale dell'interazione stessa.

3.3. Le tre leggi nacquero agli inizi degli anni Quaranta del secolo scorso, basate sull'idea e sulla necessità di sicurezza (prima legge), servizio (seconda legge) e autoconservazione (terza legge) dei robot.

3.4. Per citare uno degli scienziati più celebri, Vaucanson è noto per aver costruito alcuni automi, tra i quali un piccolo flautista e l'anatra digeritrice, che avrebbe dovuto replicare il processo di digestione e defecazione dell'animale.

3.5. I burattini Karakuri sono automi meccanizzati tradizionali giapponesi, realizzati dal XVII al XIX secolo, con scopo di intrattenimento. Il nome karakuri significa "meccanismi" ma anche "trucco" in giapponese.

3.6. Le più note sono senz'altro le apparecchiature sceniche di Leonardo da Vinci.

3.7. Al-Jazari è stato un ingegnere meccanico vissuto intorno al 1150. È noto soprattutto per l'introduzione sugli automi al "Compendio sulla teoria e sulla pratica delle arti meccaniche".

3.8. Erone di Alessandria o Erone il Vecchio fu un matematico, ingegnere e inventore vissuto tra il I e il III secolo. A lui viene attribuita la prima macchina a vapore inventata.

3.9. Nell'Iliade, Efesto, dio del fuoco e della metallurgia, aveva all'interno della sua fucina degli aiutanti automi costruiti in metallo.

3.10. Nell'antica Cina un curioso resoconto sugli automi si trova nel testo del "Libro del Vuoto Perfetto" scritto nel III secolo a.C. in cui viene descritto l'incontro tra re Mu del regno di Zhou (1023-957 a.C.) e un ingegnere meccanico chiamato Yan Shi, creatore di automi.

3.11. Istituto di Robotica e Macchine Intelligenti (IRIM), 2021.

3.12. MIUR. (n.d.). Programma nazionale della ricerca. Miur - Ministero dell'istruzione - Ministero dell'università e della ricerca. Accesso effettuato il 21 January 2021: https://www.miur.gov.it/programma-nazionale-della-ricerca

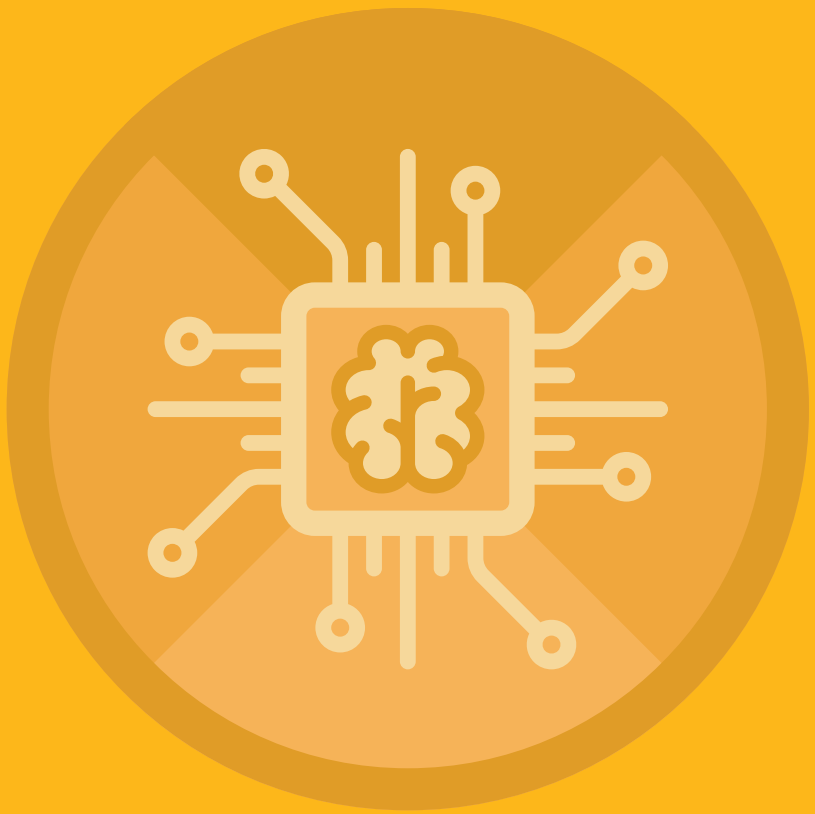
3.13. Genrobotic Innovations. (n.d.). Accesso effettuato il 14 Gennaio 2021: https://www.genrobotics.org/bandicoot

3.14. LFH-Connect. (n.d.). Lhf Connect. Accesso effettuato il 14 Gennaio 2021: https://www.lhfconnect.net

4

Intelligenza Artificiale

A cura della Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale



4.1. Cos'è l'intelligenza artificiale

La Commissione Europea ha definito l'intelligenza artificiale nel seguente modo:

"L'intelligenza artificiale (IA) si riferisce ai sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il loro ambiente e sono capaci, con un certo grado di autonomia, di raggiungere obiettivi specifici. I sistemi basati sull'IA possono essere puramente basati su software, agendo nel mondo virtuale (ad es. assistenti vocali, analisi delle immagini, software, motori di ricerca, sistemi di riconoscimento vocale e facciale) o possono essere incorporati nei dispositivi *hardware* (ad es. robot avanzati, auto autonome, droni o applicazioni *Internet of Things*)".[4.1]

Quando parliamo di IA stiamo considerando una disciplina che ha diverse classificazioni basate su obiettivi e metodi.

Da un punto di vista degli obiettivi possiamo discernere fra l'intelligenza artificiale generale che ha l'obiettivo di creare un essere senziente, capace di affrontare molti compiti diversi, dotato di autocoscienza, di sentimenti ed emozioni; e l'intelligenza artificiale ristretta che ha l'obiettivo di creare macchine capaci di esprimere intelligenza in campi specifici. Si è ancora lontano dalla realizzazione di un'IA del primo tipo, mentre nel campo dell'IA ristretta si sono raggiunti traguardi notevoli con macchine e software che in campi specifici sono capaci di eguagliare e addirittura superare le capacità degli esseri umani.

Per quanto riguarda invece i metodi usati, essi possono essere classificati all'interno di due categorie, i metodi che prevedono l'utilizzo esplicito di regole, del ragionamento e di sistemi logici e di rappresentazione della conoscenza; e i metodi che si basano sull'apprendimento e descrivono il problema da risolvere tramite una serie di esempi, senza ricorrere a regole generali esplicite.

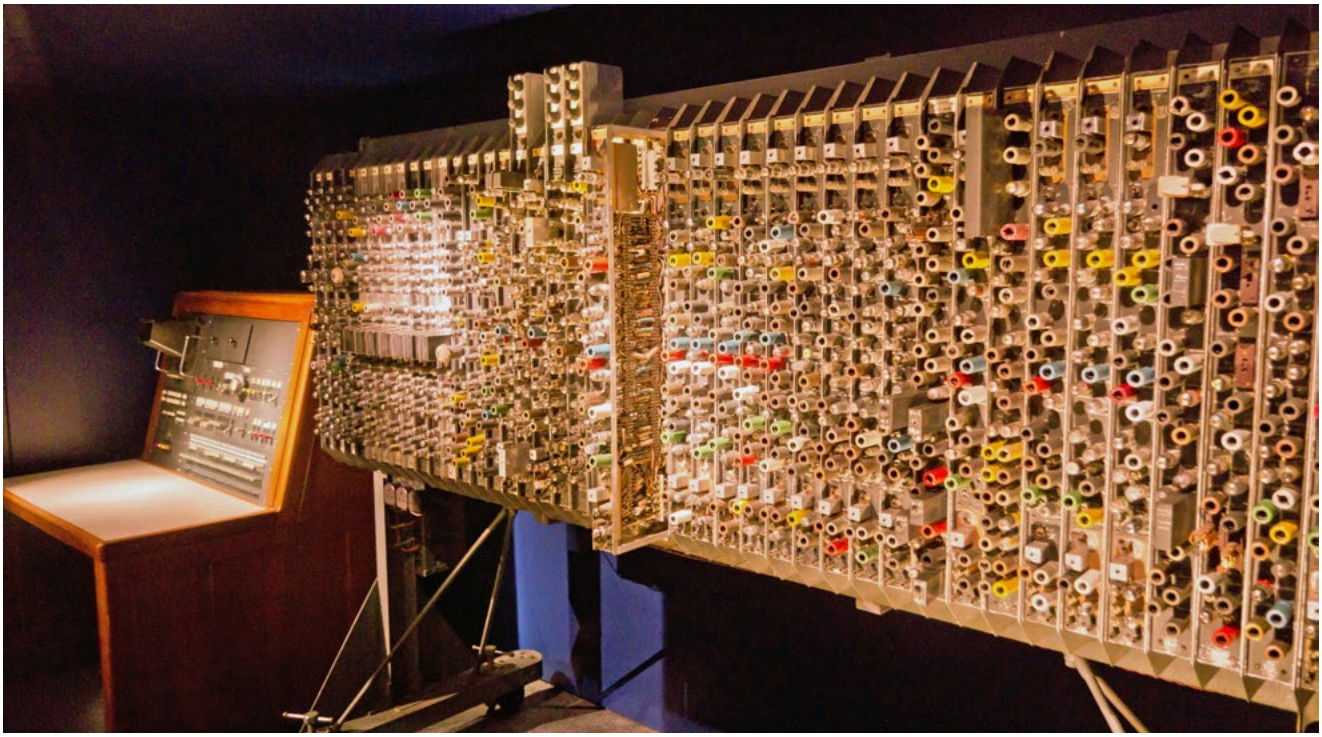


Figura 4.1.
Iot ACE (Science Museum, London).
Commons wikimedia: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en

4.2. Storia della disciplina

La storia moderna dell'IA può essere fatta risalire al 1950 quando Alan Turing, considerato il padre della disciplina, scrive un articolo pubblicato sulla rivista Mind dal titolo "Computing machinery and intelligence" nel quale si chiede se è possibile che una macchina possa pensare.[4.2] Nell'articolo Turing afferma che per arrivare a capire la domanda e formulare una possibile risposta è necessario definire i termini macchina e pensiero.

L'analisi del primo concetto è brillante e porta alla definizione di una macchina ideale (un nastro infinito di caselle nel quale è possibile scrivere e leggere simboli) che oggi chiamiamo "macchina di Turing", e che rappresenta matematicamente tutti i moderni computer.

Sul secondo concetto, invece, dichiara la propria, e anche nostra, incapacità suggerendo un test operativo per definire se una macchina può o meno pensare.

Si tratta di quello che ancora oggi chiamiamo "Test di Turing" o *Imitation Game*:
Nel gioco si ipotizza di avere tre soggetti A, B e C, (due sono umani e il terzo è una macchina) posti in tre stanze separate, che possono interagire solo attraverso una telescrivente (oggi si direbbe che possono chattare tra loro).
Se dopo un certo tempo di colloquio non si riesce a capire qual'è la macchina e quali sono gli esseri umani, diremo che la macchina è intelligente.

In seguito la disciplina ha vissuto diversi momenti di entusiasmo in concomitanza con lo sviluppo di un determinato paradigma che compone l'IA. In linea con il modello *Hype Cycle* descritto nel capitolo precedente. I singoli paradigmi sono stati accompagnati da un'eccessiva fiducia al momento della loro introduzione, per poi raggiungere progressivamente maturità e conoscenza delle reali possibilità e limiti relativi, e lasciando in eredità strumenti funzionanti applicabili in molti campi di ricerca, dell'industria, dei servizi e della vita quotidiana.

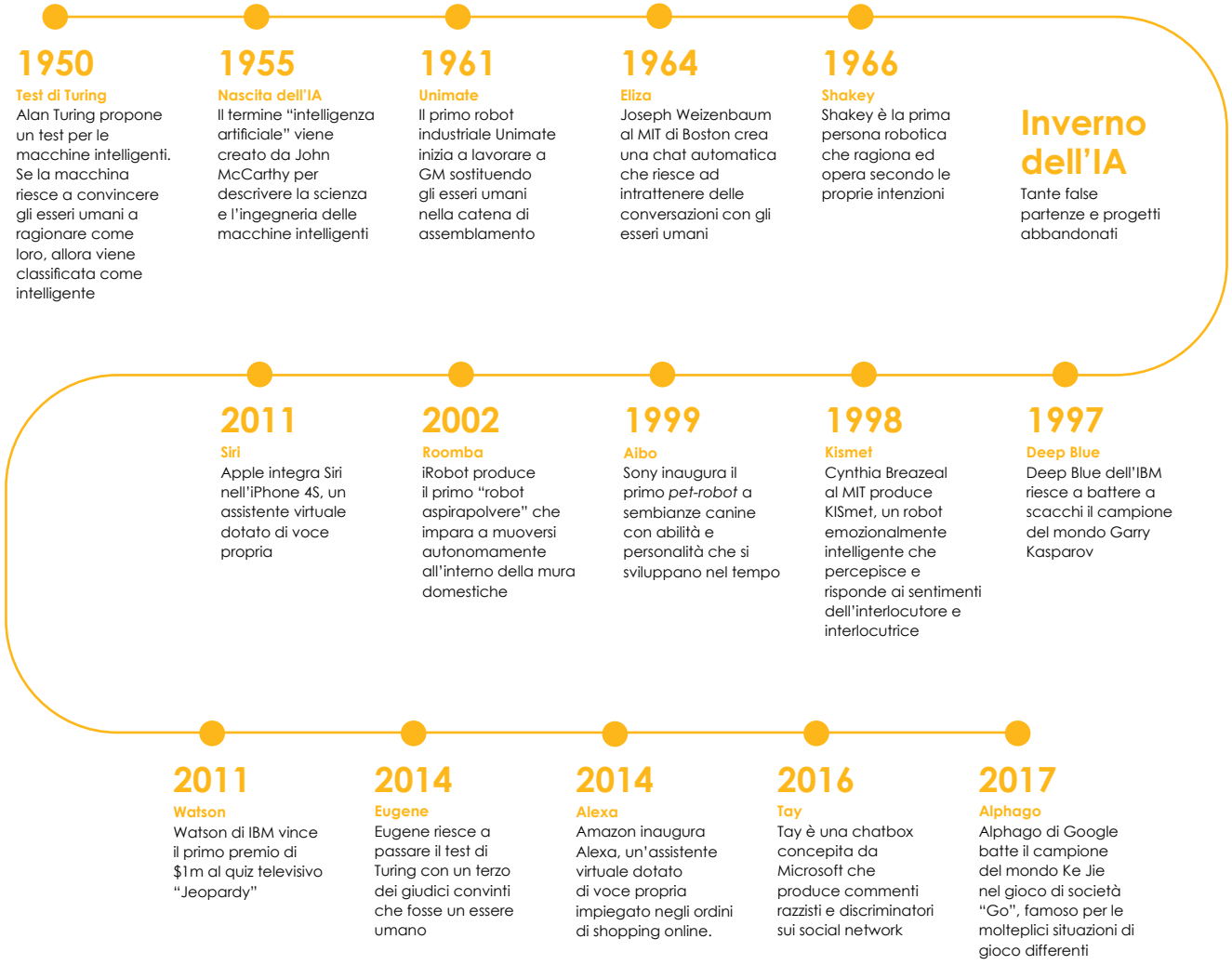
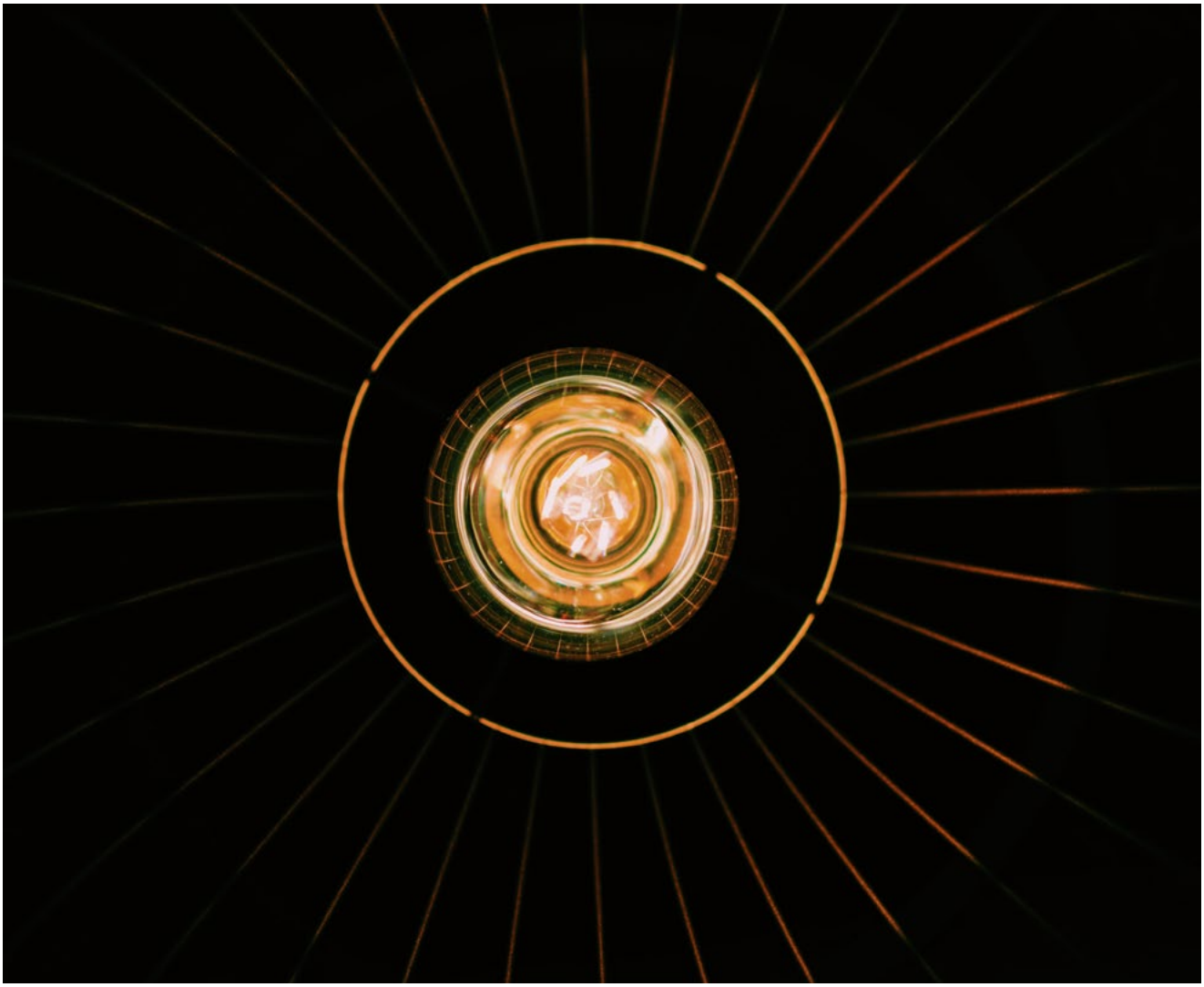


Figura 4.2.
Linea del tempo dell'intelligenza artificiale.[4.3]



4.3. Perché è importante

Ciò che distingue l'intelligenza artificiale da altre tecnologie e motiva la grande attenzione che questa disciplina ha ricevuto negli ultimi anni, è la sua vasta applicabilità nei più disparati campi. L'IA è infatti definita una *general purpose technology* con la quale si possono creare nuove applicazioni con il potenziale di trasformare la società e tutti i settori produttivi. Un utile paragone per comprendere la portata di questa tecnologia proviene da Andrew NG, uno dei pionieri dell'IA moderna, che ha definito l'intelligenza artificiale la "nuova elettricità".

Volendo definire le capacità che contraddistinguono l'IA, possiamo riportarne quattro in particolare:

1. Percepire il mondo circostante, riconoscendo oggetti e situazioni in foto e filmati, suoni e parole in registrazioni audio, e altre informazioni come proprietà fisico-chimiche;
2. Imparare regole, convenzioni e correlazioni a partire da dati di esempio, al fine di comprendere le relazioni logiche e statistiche tra le variabili considerate e fare predizioni;
3. Ragionare e apprendere processi decisionali, imparando regole di comportamento dall'osservazione dei risultati, senza che queste vengano descritte in maniera esplicita;
4. Astrarre e creare qualcosa di nuovo a partire da input mai incontrati prima, intuendo, adattandosi situazioni nuove e generando contenuti concettuali e percettivi inediti.

4.4. Come funziona in pratica

Per comprendere il funzionamento pratico dell'IA, è utile partire dal concetto di intelligenza per poi andare ad osservare come tramite un computer si può tentare di emularne le capacità.

Albert Einstein diceva che "la mente intuitiva è un dono sacro e la mente razionale è un servo fedele".[4.4] Noi procediamo spesso usando questi due metodi per risolvere problemi: percezione e razionalità, intuizione e ragionamento. "Thinking, Fast and Slow" è un libro best-seller pubblicato nel 2011 dal premio Nobel per le scienze economiche Daniel Kahneman.[4.5] È stato il vincitore nel 2012 del National Academies Communication Award per il miglior lavoro creativo che aiuta il pubblico a comprendere i temi della scienza comportamentale, dell'ingegneria e della medicina. La tesi principale è quella di una dicotomia tra due modi di pensare: "Sistema 1" è veloce, istintivo ed emotivo; "Sistema 2" è più lento, più deliberativo e più logico.

Questa cornice teorica si può dunque utilizzare per comprendere il funzionamento dell'IA. Infatti, questo si può suddividere in due tipologie specifiche: i metodi basati su regole e quelli basati sull'apprendimento. Mentre i metodi basati sull'apprendimento siano particolarmente adatti a risolvere problemi percettivi ed intuitivi (Sistema 1) quelli basati su regole tendano a emulare la mente razionale (Sistema 2).

4.4.1. Metodi basati su regole

Nel caso di metodi basati su regole, si programma l'IA fornendole le istruzioni che dovrà utilizzare per risolvere il problema e prendere decisioni.

Il problema viene formulato come la ricerca di una soluzione, a partire da una condizione iniziale e un obiettivo finale che per essere raggiunto può richiedere la formulazione di un piano di azione con passi intermedi.

Un esempio di IA programmato con regole per risolvere un problema di questo tipo viene definito un "sistema esperto" ed è composto da tre elementi:

1. Una base di conoscenza di regole e fatti, sufficiente al sistema per operare;
2. Un motore inferenziale, ovvero un sistema che è in grado di usare le regole e i fatti noti per trarre deduzioni: stabilire nuovi fatti o risalire all'indietro la catena di fatti e regole per dimostrare o confutare una specifica tesi;
3. Un'interfaccia utente, che permette l'interazione fra il soggetto umano e il programma che deve dare risposta ai suoi problemi.

Facciamo un esempio considerando un gioco: il "gioco dell'8". Abbiamo a disposizione un quadrato 3x3 (con 9 spazi) contenente 8 tessere numerate da 1 a 8.

L'obiettivo è quello di arrivare da una situazione iniziale, come quella raffigurata nella *figura a)*, dove i numeri non sono in ordine, fino a quella finale, rappresentata nella *figura b)*, sfruttando lo spazio vuoto che consente di spostare le caselle, una alla volta.

In ogni configurazione (o stato) del gioco è possibile compiere diversi spostamenti di tessera nello spazio degli stati. Lo spazio degli stati è definito come l'insieme di tutte le possibili configurazioni del quadrato 3x3. Questo spazio è generalmente molto vasto, come si può vedere dall'esempio del gioco dell'8 che, nonostante la sua semplicità, ne contiene 9! = 362,880 possibili stati.

Intuitivamente però sappiamo che non dobbiamo considerare tutti questi stati per risolvere il gioco. Infatti, per raggiungere la soluzione, ci interessano solo i possibili stati intermedi tra lo stato iniziale *a)* e lo stato finale *b)* (vedi figura 4.3), e in particolare il percorso più breve tra i due.

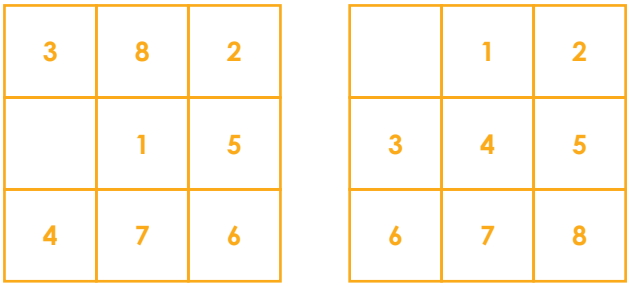


Figura 4.3.
Esemplificazione del gioco dell'8.

Oltre che nei giochi, questo tipo di descrizione formale può essere impiegato in altrettante varie situazioni dove dobbiamo individuare una soluzione composta da una successione di passi (e.g., robotica, individuazione di una strategia, soluzione di altri problemi complessi).

Affinché un computer possa risolvere automaticamente un problema come quelli descritti, è necessario programmarlo utilizzando un linguaggio comune che permetta di fornire alla macchina le informazioni e i metodi necessari per affrontare il problema.

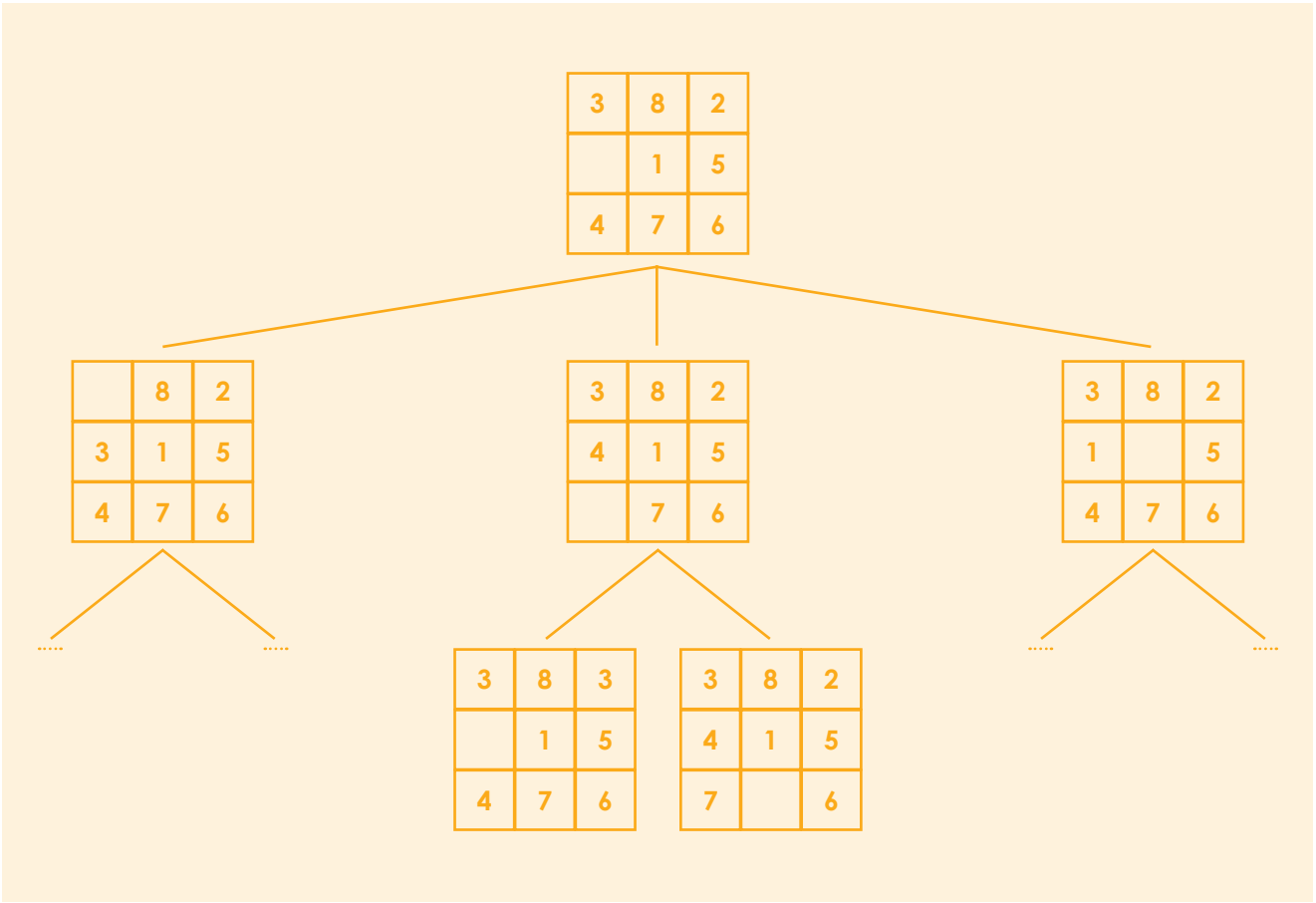


Figura 4.4.
Estensione del gioco dell'8.

Uno dei linguaggi formali maggiormente studiati è quello della logica. La programmazione logica è composta da due principali elementi:

1. Un linguaggio di programmazione che consente di asserire fatti in modo formale e definire regole capaci di esprimere conoscenza. Il linguaggio Prolog (PROgramming in LOGic) ne è l'esempio più noto e diffuso;
2. Un interprete che ha il compito di "navigare" fra i fatti e le regole per arrivare a dimostrare che una certa asserzione è vera o falsa, o determinare le condizioni per cui tale condizione è vera.

Questi elementi consentono di trovare soluzioni a problemi complessi a partire dalla descrizione del problema, degli strumenti a disposizione, dei vincoli e dell'obiettivo da conseguire. Il punto di forza del *logic programming* è che può essere applicato con poche semplici righe di linguaggio logico.

Una debolezza della programmazione logica tradizionale è che essa non prevede in alcun modo la possibilità di casi ambigui, per cui un fatto rappresentato dal sistema logico può prendere solo 2 valori discreti: falso o vero (generalmente rappresentati con 0 e 1).

La **logica sfumata** (*fuzzy logic*) permette di ovviare a questa limitazione e conferire maggiore flessibilità ai sistemi esperti. Nella logica sfumata, infatti, la funzione che descrive un fatto può prendere valori continui nell'intervallo 0 e 1, esprimendo così una appartenenza graduale.

In effetti, nel mondo reale incontriamo spesso situazioni dove non siamo in grado di esprimere concetti in forma netta. Cosa vuol dire che una persona è anziana? Spesso troviamo regole rigide per definire questo concetto. Se una persona ha più di 65 anni la definiamo anziana. Ma allora una persona di 64 anni e 11 mesi è giovane? Nella logica sfumata possiamo esprimere concetti in modo più complesso. Per esempio usando avverbi, molto giovane, giovane, abbastanza giovane, di mezza età, quasi anziano, anziano, molto anziano. Sicuramente è una logica che si adatta meglio a molte situazioni reali. In effetti, il suo utilizzo è diffuso: molti elettrodomestici come lavatrici, frigoriferi, asciugatrici, ecc. funzionano oggi sulla base della logica fuzzy, aggiustando il proprio comportamento in base, ad esempio, a quanto è sporco il tessuto, quanto è calda l'acqua, o la quantità di detersivo.

4.4.2. Metodi basati sull'apprendimento

La seconda classe di metodi tradizionali dell'IA si basa sul principio di apprendimento, il cosiddetto *machine learning*. Herbert A. Simon nel 1984 ha dato la seguente definizione di apprendimento:

"L'apprendimento consiste di cambiamenti del sistema che siano adattativi, nel senso che mettono in grado il sistema di svolgere lo stesso compito o compiti estratti dalla medesima popolazione in maniera più efficace ed efficiente la prossima volta".[4.6]

Di sicuro, al fine di realizzare macchine che possano dirsi intelligenti, è necessario dotarla della capacità di estendere la propria conoscenza e le proprie abilità in modo autonomo.

Gli algoritmi di machine learning sono quindi tecniche che insegnano a un computer non cosa fare, ma come imparare, e sono composti di tre parti principali:

1. Una funzione predittiva, che utilizza gli input forniti dai dati per eseguire il compito richiesto all'IA (e.g., riconoscere un oggetto, rispondere a una domanda, prendere una decisione);
2. Una funzione obiettivo, che valuta l'operato della funzione predittiva e la distanza della risposta fornita dalla risposta esatta, che la funzione obiettivo conosce;
3. Un metodo di apprendimento, che aggiorna la funzione predittiva sulla base del feedback ricevuto dalla funzione obiettivo per migliorarla.

Per la terza parte, fondamentale negli algoritmi di *machine learning*, esistono tre grandi paradigmi di apprendimento, ciascuno corrispondente ad un particolare compito astratto:

- Apprendimento supervisionato (*Supervised Learning*), adatto qualora si disponga di un insieme di dati per l'addestramento (o *training set*), è un paradigma di apprendimento che addestra il sistema mediante un algoritmo che riconosce la relazione che lega le variabili d'ingresso (i dati che vengono inseriti nel sistema, o *input*) a quelle d'uscita (i dati che risultano dall'*input*, e quindi *output*), ed è quindi in grado di fare previsioni rispetto a quale sarà l'output anche laddove i dati di uscita non sono noti a priori. In altri termini, l'obiettivo finale dell'apprendimento supervisionato è la previsione del valore dell'uscita per ogni valore dell'ingresso, basandosi soltanto su un numero limitato di esempi grazie ai quali il sistema è stato addestrato a fare questa predizione;
- Apprendimento non supervisionato (*Unsupervised Learning*), basato su algoritmi di addestramento che fanno esclusivamente riferimento ad un insieme di dati che include le sole variabili d'ingresso *(input*). Tali algoritmi tentano di raggruppare i dati d'ingresso e di individuare pertanto degli opportuni gruppi (*Clusters*) rappresentativi dei dati stessi, facendo uso tipicamente di metodi topologici o probabilistici. L'apprendimento non supervisionato è anche impiegato per sviluppare tecniche di compressione dei dati, andando a "riassumere" la totalità dei dati con la tassonomia a cluster appresa;
- Apprendimento per rinforzo (*Reinforcement Learning*), nel quale un algoritmo ha lo scopo di individuare un certo modus operandi, a partire da un processo di osservazione dell'ambiente esterno. Ogni azione ha un impatto sull'ambiente, e l'ambiente produce una retroazione che guida l'algoritmo nel processo di apprendimento. Tale classe di problemi postula un agente, dotato di capacità di percezione, che esplora un ambiente nel quale intraprendere una serie di azioni. L'ambiente stesso fornisce in risposta incentivi e disincentivi, grazie ai quali gli algoritmi tentano di determinare una strategia di azione che porti alla massimizzazione di incentivi. L'apprendimento per rinforzo differisce da quello supervisionato poiché non sono mai presentate delle coppie *input-output* di esempi noti, né si procede alla correzione esplicita di azioni subottimali. Inoltre, l'algoritmo è focalizzato sullo svolgere un tipo di prestazione che sia caratterizzata da un equilibrio tra esplorazione di situazioni ignote e sfruttamento della conoscenza corrente.

4.5. Linee guida di buon utilizzo

L'utilizzo di sistemi automatizzati di IA comporta dei rischi che è importante conoscere per sviluppare ed adottare questa tecnologia in modo sicuro, prevenendo risultati indesiderati. Nel valutare le linee guida di buon utilizzo dell'IA seguiamo la tassonomia sviluppata dal Berkman Klein Center [4.7] che suddivide le principali tematiche da affrontare in:

- Privacy
- Responsabilità
- Sicurezza
- Trasparenza e *Explainability*
- Equità e Non-discriminazione
- Controllo Umano della Tecnologia
- Responsabilità Professionale
- Promozione di Valori Umani

4.5.1. Privacy

Come nota Julie Cohen nel suo articolo per la Harvard Law Review, "What Privacy Is For", il diritto alla privacy - sancito dal diritto internazionale dei diritti umani e rafforzato da una robusta rete di leggi e giurisprudenze nazionali e locali in materia di protezione dei dati - è fondamentale per preservare l'autodeterminazione delle persone e delle comunità,[4.8] e conseguentemente di un sistema democratico sano, basato sulla libertà di dissentire, da una parte, e formulare le proprie opinioni, dall'altra.[4.9]

Il diritto alla privacy, tuttavia, rischia di essere compromesso dall'IA in maniera sostanziale. Infatti, i sistemi automatizzati sono utilizzati nella gestione di sicurezza e sorveglianza, nella pubblicità personalizzata, nel processo decisionale sanitario e in una moltitudine di altri contesti sensibili. In Europa, la General Data Protection Regulation (GDPR) ha sicuramente simbolizzato una significativa evoluzione nello stabilire garanzie per la protezione dei dati personali. Tuttavia, rimangono scoperti dal GDPR tutti quei dati non categorizzati come "personali". Ciò sembra porre una serie di preoccupazioni, in quanto, come nota Sean Hier, ciò che interessa, nei processi di dataficazione,[4.10] "non è l'identità personale dell'individuo incarnato, ma piuttosto il [...] profilo categorico del collettivo che interessa soprattutto le nuove reti di sorveglianza non chiuse".[4.11] Pertanto, nonostante la protezione dei dati personali sia un passo fondamentale e imprescindibile per il raggiungimento di una protezione più olistica, è importante considerare che, se non accompagnato da altre misure, sembra essere uno strumento inadeguato per sviluppare un quadro di protezione dei dati in grado di affrontare l'autodeterminazione collettiva.

Tra i principi prioritari da seguire e rispettare per raggiungere questo obiettivo, vale la pena menzionare i seguenti:

- Il consenso all'utilizzo dei dati personali e non personali;
- Il controllo dei dati ceduti volontariamente;
- Il diritto all'oblio;
- Il diritto di modificare e/o contestare le conclusioni tratte tramite i dati dall'ente che li raccoglie.[4.12]

4.5.2. Responsabilità

Il principio di responsabilità in relazione all'IA si riferisce alla possibilità di individuare una o più responsabilità nel caso in cui si verifichi un danno dovuto all'applicazione. Questo si divide in tre fasi principali: design (preinstallazione), monitoraggio (durante la distribuzione) e riparazione (dopo che si è verificato un danno).

La fase di design concerne una serie di passaggi e meccanismi per (1) garantire che i sistemi di IA funzionino come dovrebbero, (2) misurare i rischi e le opportunità previsti, e (3) verificare che le tecnologie possano essere sottoposte ad *audit*, ovvero alla sovrintendenza di persone esterne che verifichino il design, gli scopi e gli effetti del sistema. Un'attenzione crescente è infatti rivolta all'importanza degli esseri umani nel processo di *audit*, sia come autorità di *auditors* che come utenti dei sistemi di IA.

È poi sempre più comune inserire il principio di responsabilità ambientale nel processo di design, per assicurare che la tecnologia che si sta sviluppando non abbia conseguenze negative sull'ambiente e sulla crisi climatica.

Per poter implementare questi principi in maniera concreta e omogenea in diversi settori, sta emergendo sempre più urgentemente il bisogno della creazione di un organismo di monitoraggio per creare e sorvegliare norme e migliori pratiche nel contesto dell'IA.

Sicuramente, cooperazione e collaborazione a livello internazionale sembrano imprescindibili per la creazione di un organismo di questo tipo e, quindi, per la concretizzazione dei principi qui illustrati.

4.5.3. Sicurezza

La sicurezza di sistemi di IA si riferisce sia alla prevenzione di danni non intenzionali, che alla protezione da minacce intenzionali ed esterne. Per quanto riguarda la prima, questa richiede che un sistema di IA sia affidabile e, quindi, faccia ciò per cui è stato programmato senza danneggiare esseri viventi o l'ambiente circostante. Le articolazioni di questo principio si concentrano sia sulle misure di sicurezza da adottare prima che i sistemi di IA siano implementati, che per tutta la loro vita operativa. Infatti, considerando che gli sviluppatori di sistemi di IA non possono sempre prevedere con sicurezza i rischi associati a tali sistemi, il monitoraggio dovrebbe continuare anche dopo la fase iniziale di design, ed essere un processo iterativo.

Rispetto invece alla protezione da minacce esterne, il Berkman Klein Center individua tre esigenze specifiche:

- Testare la resilienza dei sistemi di IA;
- Condividere informazioni sulle vulnerabilità e gli attacchi informatici;
- Proteggere l'integrità e la riservatezza dei dati personali.

4.5.4. Trasparenza ed explainability

Per mettere in atto il principio di responsabilità menzionato sopra, è necessario che i sistemi di AI siano progettati e adottati in modo trasparente, così che il monitoraggio delle loro operazioni sia possibile durante i processi di progettazione, sviluppo e implementazione. In particolare, Jenna Burrell individua tre principali ostacoli in questo senso:

- L'opacità come una strategia intenzionale da parte di organizzazioni, imprese e governi;
- L'opacità come conseguenza di una poca conoscenza tecnica;
- L'opacità come caratteristica intrinseca degli algoritmi di machine learning. Da una prospettiva di *governance*, la complessità e l'opacità dell'IA sono tra le principali difficoltà da affrontare. Infatti, anche nel caso in cui un'IA sia trasparente, spesso la complessità del sistema rende difficile il processo di monitoraggio.[4.13]

Perché la trasparenza della tecnologia sia effettiva ed efficace, quindi, è altrettanto necessario che i suoi meccanismi e output decisionali siano spiegabili, riconducibili e traducibili in formati intelligibili e adatti alla valutazione di esseri umani con diversi tipi di competenze.

4.5.5. Equità e non-discriminazione

Come notato da studiose e studiosi degli impatti dell'IA sulla società, le tecnologie digitali *data-driven* sono il risultato di un processo di raccoglimento, standardizzazione e categorizzazione di informazioni. In quanto tali, queste tecnologie sono strumenti di percezione relativa,[4.14] e la nozione che i dati siano neutri e che riportino quindi una versione oggettiva della realtà è sempre più discussa e contestata. Infatti, come notato nel libro "Raw Data is an Oxymoron", curato da Lisa Gitelman, per esistere ed essere funzionali, i dati devono essere immaginati come dati e un tale processo immaginativo comporta un margine interpretativo che lascia inevitabilmente spazio a una parzialità intrinseca del giudizio umano.[4.15]

In altre parole, quando si stabilisce che x = 1, si sta automaticamente e arbitrariamente stabilendo che x non è tutto ciò che è diverso da 1 e, parallelamente, si sta qualificando il significato di 1. Questo processo risulta particolarmente complesso e delicato quando l'oggetto in questione—ovvero, x—appartiene al mondo sociale e si riferisce quindi a sistemi difficilmente ordinabili e categorizzabili. Infatti, la dataficazione[4.16] scompone gli elementi qualitativi in misure quantitative, così generando un sistema di conoscenza standardizzato e circoscritto, che standardizzerà, circoscriverà, e quindi trasformerà gli oggetti stessi della conoscenza.[4.17]

Queste considerazioni, che possono sembrare astratte e fini a sé stesse, sono invece di fondamentale rilevanza quando si vogliono programmare delle linee guida di buon utilizzo dell'IA. Infatti, queste dinamiche hanno delle conseguenze materiali che si manifestano nella vita di tutti coloro che vengono in qualche modo coinvolti, attivamente o passivamente, nei processi di dataficazione. Infatti, ciò che ci porterà a decidere quali dati raccogliere, come raccoglierli e, infine, come categorizzarli – e a stabilire quindi che x = 1– sono i cosiddetti "saperi situati" di cui parla Donna Haraway, che attribuisce alle valutazioni umane una parzialità necessaria, dovuta alla particolare esperienza di colei o colui che esprime quella specifica valutazione.[4.18]

A questo proposito, è importante ricordare come ci sia stata, e ci sia tutt'ora, poca diversità tra coloro che programmano le tecnologie digitali, e come le figure che ricoprono ruoli professionali di questo tipo spesso appartengano a classi sociali privilegiate.[4.19]

Considerando che, come notato nel libro di Cathy O'Neil "Weapons of Math Destruction", i sistemi basati su dati tendono a riflettere le dinamiche sociali e le relazioni di potere presenti nella società all'interno della quale questi vengono sviluppati, il rischio che il design di queste tecnologie perpetui equilibri e dinamiche di esclusione, creandone parallelamente di nuove, sembra tangibile.[4.20]

Ad esempio, la Apple Card, poco dopo essere stata lanciata sul mercato, ha dato segni di discriminazione basata sul genere degli utenti, dando margini di credito più ampi agli uomini che alle donne, anche nei casi in cui, in una data "coppia campione", la donna guadagnava di più o aveva un punteggio di credito più alto.[4.21] Oppure, una ricerca del MIT, uno dei tanti studi del genere, ha mostrato come i sistemi di riconoscimento vocale e facciale non riconoscano le voci e i volti di chi non si considera nella programmazione di questi modelli (ovvero, seguendo l'analogia adottata sopra, di chi si categorizza come "diverso da 1"), e in particolare come le voci e i volti delle donne nere vengano decifrati ben più difficilmente di quelli di uomini e donne bianchi.[4.22] Come si vede dagli esempi qui illustrati, la natura intrinsecamente selettiva dei processi di dataficazione rischia di tradursi in discriminazioni ed esclusioni concrete che interessano e colpiscono la vita di numerose persone.

4.5.6. Controllo umano della tecnologia

Riprendendo il discorso iniziato nella sezione 4.5.4., rispetto all'importanza della trasparenza e della "spiegabilità" (la cosiddetta "*explainability*") dei sistemi automatizzati, vale la pena di considerare l'importanza di rendere le persone che sono soggette a decisioni automatizzate in grado di fare e richiedere una revisione umana di tali decisioni.

Infatti, la mancanza di trasparenza e responsabilità in relazione ai sistemi algoritmici non solo minaccia l'equità dei processi per gli individui interessati da tali sistemi, ma anche la legittimità democratica di governi ed enti pubblici che adottano tali sistemi. Soprattutto in relazione all'utilizzo dell'IA per la pubblica amministrazione, infatti, sembra indispensabile rendere pubbliche le informazioni e i meccanismi che guidano e circondano i sistemi decisionali algoritmici adottati.

Tuttavia, attualmente non esiste un linguaggio comune per classificare i protocolli dei sistemi automatizzati in uso e analizzarne gli effetti.

Inoltre, a causa delle problematiche esaminate nella sezione 4.5.4, gli attuali meccanismi di trasparenza non sembrano riuscire a cogliere in modo efficace gli aspetti chiave dei sistemi decisionali algoritmici. Ulteriori ricerche e nuove strategie di governance da sviluppare in questo senso sembrano quindi necessari per la costruzione di paradigmi di innovazione digitale che siano inclusivi, democratici e responsabili.

4.5.7. Responsabilità professionale

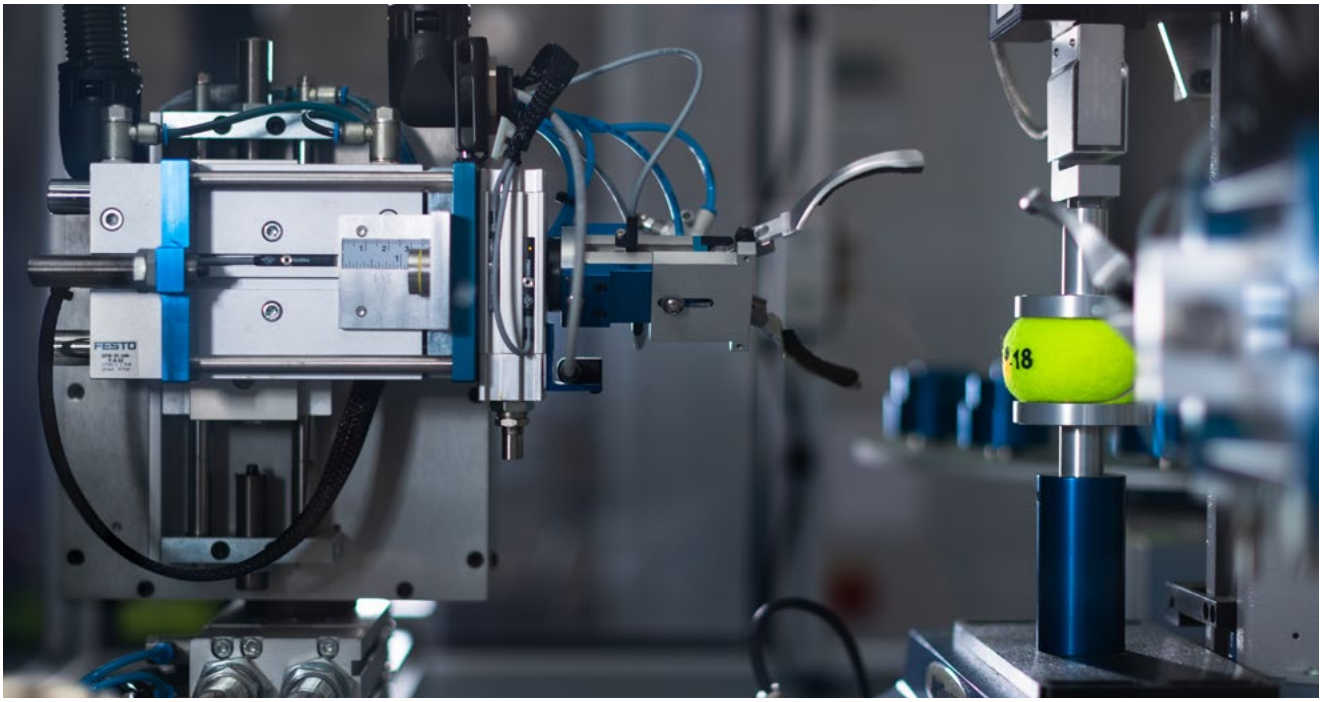
Il tema della responsabilità professionale si riferisce a individui e team responsabili della progettazione, dello sviluppo o dell'implementazione di prodotti o sistemi basati sull'IA. Questo principio promuove un monitoraggio non solo dei sistemi digitali, ma anche delle strategie adottate dei professionisti che sviluppano e impiegano la tecnologia in questione.

Questo principio quindi considera la responsabilità individuale e collettiva di tutte quelle figure che sono in qualche modo coinvolte nel processo di adozione di un sistema decisionale algoritmico, considerando l'importanza della loro professionalità e integrità nel garantire la consultazione dei soggetti interessati e la pianificazione di effetti—sia ambientali che sociali—a lungo termine.

4.5.8. Promozione di valori umani

Nonostante il concetto di "valori umani" sia indubbiamente relativo, la sua promozione è un elemento chiave nello sviluppo di linee guida di buon utilizzo di IA. In generale, i principi relativi a questo concetto riconoscono che i criteri con i quali l'IA è sviluppata, così come i fini per i quali è impiegata, dovrebbero essere guidati e dettati da principi e obiettivi volti alla soluzione di sfide sociali.

In risposta alle criticità qui illustrate, nel campo del design dell'IA si stanno sviluppando numerose teorie e strategie pratiche per far in modo che l'utilizzo di sistemi automatizzati non porti al perpetuarsi ed esacerbarsi di divisioni ed esclusioni sociali ma, al contrario, al raggiungimento di una società non solo più sostenibile ma anche più inclusiva. In particolare, sia nel mondo dell'accademia che in quello dell'industria si sta sempre più diffondendo l'idea che per sviluppare intelligenze artificiali inclusive e pluralistiche sia necessario coinvolgere i cittadini—e in particolare le comunità marginalizzate—nel processo di design delle tecnologie digitali.[4.23] Infatti, la partecipazione dei cittadini durante tutta la fase di design[4.24] è preziosa per la costruzione di un paradigma di datificazione che riporti quante più esperienze e visioni possibili, migliorando così la capacità rappresentativa dell'IA.[4.25]



4.6. Quali sono i trend di applicazione

Ciò premesso, le quattro capacità indicate hanno ad oggi svariati campi di applicazione, per esempio:

- Diagnostica applicabile nel campo della medicina, ma anche all'ingegneria per la predizione di anomalie e guasti;
- Sistemi di supporto alle decisioni e sistemi esperti;
- Sistemi di ottimizzazione per la gestione di risorse scarse (applicabili nel campo dell'energia, degli sprechi alimentari, della economia circolare ecc.);
- Robotica, con la costruzione di macchine dotate di un certo grado di autonomia, robot industriali, da compagnia, veicoli e veicoli autonomi o semiautonomi (vedi Capitolo 3);
- Macchine creative, capaci di inventare soluzioni a problemi complessi, ma anche di inventare musica, poesie, racconti, articoli per giornali e riviste, di fare brevetti;
- Riconoscimento e sintesi del linguaggio scritto e parlato, con capacità (ancora limitate) di dialogo, traduzione interlinguistica;
- Supporto a portatori di handicap, tramite sistemi in grado di vedere e descrivere la realtà a noi circostante, ascoltare e tradurre nel linguaggio dei segni in modo bidirezionale, intercettare segnali nervosi del cervello e tradurli in azioni.

Tutto questo può tradursi in ulteriori campi di applicazione. Infatti, stanno emergendo considerazioni sulla crisi dell'economia, riflessioni sulla sostenibilità ambientale, sulla nostra capacità di generare benessere. Moltissimi economisti stanno criticando il modello tradizionale che definisce solo il capitale ed il lavoro come risorse scarse e dichiara le risorse ambientali come senza limiti e inalterabili.[4.26]

Di seguito, proveremo a classificare i contributi che l'IA può dare all'economia e al benessere umano rispetto al raggiungimento degli obiettivi dello sviluppo sostenibile.

4.7. Casi studio di applicazioni AI for Good

4.7.1. Casi studio

Babylon Health

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
La necessità di un intervento medico immediato, richiede disponibilità anche in contesti ove non esiste un rapporto continuativo. Pensiamo, ad esempio, alla necessità di coinvolgere la guardia medica. In questo caso è necessario che il medico acquisisca le informazioni del paziente in modo celere e riesca a effettuare una diagnosi veloce.

La soluzione individuata.
Babylon Health è un'app sperimentata nell'area metropolitana di Londra, disponibile sul telefono personale, attraverso la quale il paziente può chiedere aiuto medico iniziando una videochiamata che vedrà la partecipazione di una dottoressa o un dottore, che avrà a disposizione tutte le informazioni della scheda clinica del paziente. Il sistema è in grado di standardizzare, interpretare e categorizzare le espressioni del volto e il linguaggio del paziente (anche il tono della voce), suggerendone al medico lo stato d'animo. Il sistema è anche in grado di produrre diagnosi e supportare le decisioni del medico in base ai sintomi denunciati a voce.

Il servizio è stato lanciato nel Regno Unito nel 2013. Da allora si sono espansi a livello internazionale in Canada, Ruanda, Arabia Saudita e Stati Uniti. Un sottoinsieme dei suoi servizi è disponibile anche in Cambogia, Cina, Hong Kong, India, Indonesia, Laos, Malesia, Filippine, Singapore, Taiwan, Thailandia e Vietnam Babylon Health.

Allo stato attuale è un servizio fornito da una società privata. Questo modello sta evidenziando alcuni problemi di privacy e di ricerca della massimizzazione del profitto che rischiano di inficiarne il beneficio.

Impatto.
L'applicazione consente di aumentare e velocizzare l'accesso dei pazienti a un servizio medico di qualità, evitando la necessità di un incontro fisico tra paziente e medico e consentendo di effettuare analisi dei sentimenti in relazione al campo della sanità.

Destination Earth

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Studiosi e studiose di tutto il mondo hanno definito quella che stiamo vivendo come una nuova era geologica denominata "Antropocene", dove le trasformazioni globali sono dovute a fattori umani. Ad esempio, queste stanno portando a un aumento della temperatura terrestre, scioglimento dei ghiacciai ed innalzamento del livello delle acque, ma anche ad inquinamento dovuto a plastiche non biodegradabili, a livelli di pesticidi e insetticidi che stanno contaminando le colture e mettendo a rischio la vita degli impollinatori (api e farfalle per esempio). Inoltre, diversi studi suggeriscono che stiamo generando la sesta estinzione di massa visto che da qui al 2050 potremmo aver messo a rischio il 75% delle specie viventi sul pianeta.[4.27]

La soluzione individuata.
L'obiettivo dell'iniziativa Destination Earth (DestinE) è di sviluppare un modello digitale di altissima precisione per monitorare e simulare l'attività naturale e umana, e di sviluppare e testare scenari che consentano uno sviluppo più sostenibile a supporto di politiche ambientali europee. Si baserà su moltissimi dati e sensori, fra cui i dati dei satelliti dell'ESA e il progetto Copernicus.

DestinE contribuirà al Green Deal e alla Strategia Digitale della Commissione Europea. Inoltre, permetterà di sbloccare il potenziale della modellazione digitale delle risorse fisiche terrestri e dei fenomeni correlati come il cambiamento climatico, gli ambienti acqua/marini, le aree polari e la criosfera, ecc. su scala globale, per accelerare la transizione ecologica e contribuire ad evitare il degrado ambientale e disastri imminenti.

Gli utenti di DestinE saranno in grado di accedere a grandi quantità di informazioni naturali e socio-economiche al fine di:

- Monitorare continuamente la salute del pianeta (ad esempio per studiare gli effetti del cambiamento climatico, lo stato degli oceani, la criosfera, la biodiversità, l'uso del suolo e le risorse naturali);
- Eseguire simulazioni dinamiche ad alta precisione dei sistemi naturali della Terra (concentrandosi su domini tematici,

ad esempio marine, terrestre, coste, atmosfere);
- Migliorare la modellizzazione e le capacità predittive (ad esempio per aiutare ad anticipare e pianificare misure in caso di uragani e altri eventi meteorologici estremi);
- Sostenere l'attuazione delle politiche dell'UE (ad esempio per valutare l'impatto e l'efficienza della politica ambientale e delle misure legislative pertinenti); e
- Rafforzare le capacità industriali e tecnologiche dell'Europa nella simulazione, modellazione e analisi predittiva dei dati e nell' IA, nonché nell'elaborazione ad alte prestazioni.

Impatto.
Attraverso uno strumento di questo genere possiamo strutturare interventi e ripensare un modello socio economico che consenta di aumentare il benessere sociale, eliminando la fame e la povertà e preservando il nostro pianeta.

Figura 4.5.
Interfaccia dell'applicazione DestinE.

Mappa dell'Intolleranza

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Al fine di contrastare le disuguaglianze di genere, ma anche quelle etniche, religiose e sociali, la Mappa dell'Intolleranza ha come obiettivo quello di analizzare i sentimenti espressi dalle persone, i preconcetti e gli stereotipi che sono presenti nel corpo cittadino.

La soluzione individuata.
Ispirata da esempi stranieri, con una vasta *expertise* alle spalle, come la "Hate Map" della americana Humboldt State University, la Mappa dell'Intolleranza italiana ha comportato un vasto lavoro di ricerca e di analisi di dati presi da Twitter, con il supporto e il coinvolgimento di diverse università, alcune tra le più prestigiose del Paese.

La prima fase del lavoro ha riguardato l'identificazione dei diritti, il cui mancato rispetto incide pesantemente sul tessuto connettivo sociale. Questa fase è stata seguita dal dipartimento di Diritto Pubblico italiano e sovranazionale dell'Università degli Studi di Milano. La seconda fase si è concentrata sull'elaborazione di una serie di parole categorizzate come "sensibili", correlate con l'emozione che si vuole analizzare e la loro contestualizzazione: questo lavoro è stato svolto dai ricercatori del dipartimento di Psicologia dinamica e clinica della Facoltà di Medicina e Psicologia, Sapienza Università di Roma.

Nella terza fase si è svolta la mappatura vera e propria di tweets, grazie a un software progettato dal Dipartimento di Informatica dell'Università di Bari, una piattaforma di Big Data Analytics, che utilizza algoritmi di IA per comprendere la semantica del testo e individuare ed estrarre i contenuti ritenuti importanti.

Infine, i dati raccolti sono stati analizzati statisticamente ed elaborati da un punto di vista psico-sociale dal team della Sapienza, dando vita alla Mappa dell'Intolleranza. Sono stati mappati l'odio razziale, l'omofobia, l'odio contro le donne, contro i diversamente abili e l'antisemitismo.

Attraverso un'analisi qualitativa dei tweets, i contenuti sono stati contestualizzati e poi geolocalizzati. La geolocalizzazione è la vera novità di questo progetto, perché

consente di evidenziare le zone maggiormente a rischio di intolleranza e odio.

La mappa viene ricalcolata ogni anno e pubblicata a disposizione per tutti gli interessati.

Impatto

Affrontare il tema delle diseguaglianze necessita di una presa di coscienza dello stato delle cose. La mappa contribuisce alla formazione di tale conoscenza.

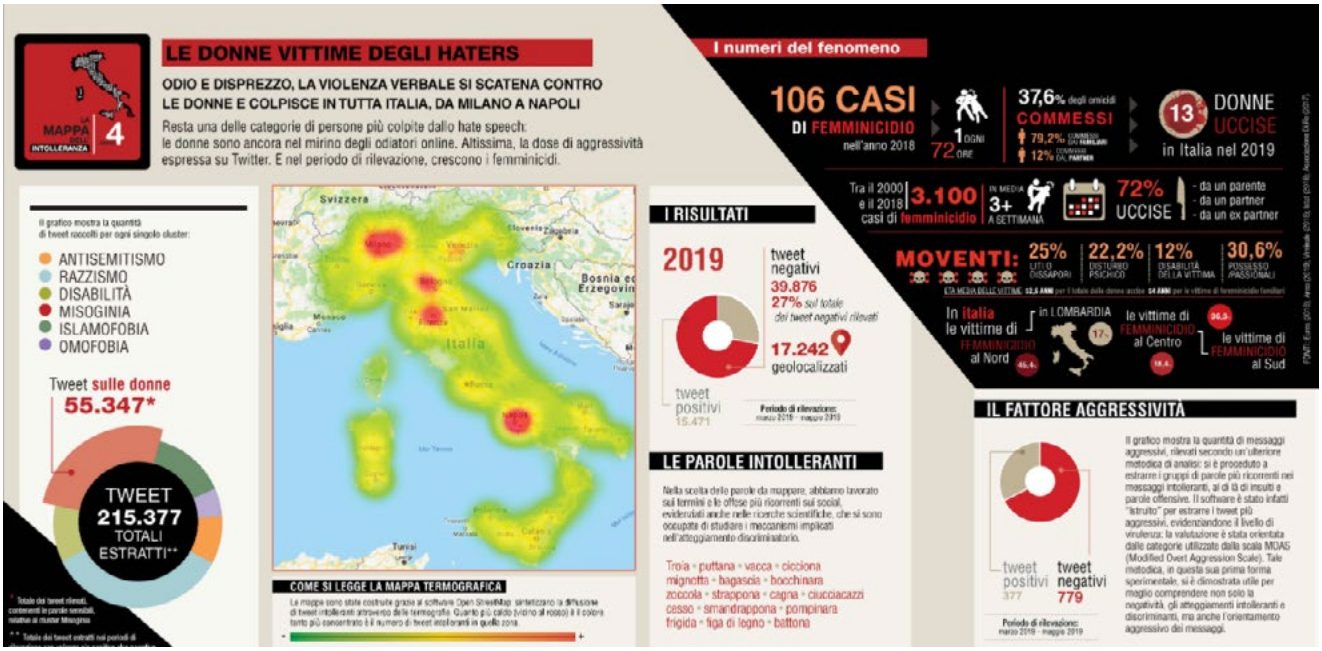


Figura 4.6.
Interfaccia della Mappa dell'Intolleranza.

4.7.2. Spunti di approfondimento

CORDIS 	CORDIS è un'applicazione per cellulari che ascolta le voci e i colpi di tosse degli utenti per rilevare se sono infetti da COVID-19.
Agricoltura di precisione 	Applicazioni in grado di monitorare con webcam, droni e altri sensori, lo stato di salute di una coltura e intervenire in modo mirato evitando insetticidi e pesticidi erogati in modo massivo.
Huawei StorySign 	StorySign è un'applicazione gratuita che ha l'obiettivo di aiutare bambini non udenti a migliorare le loro capacità di lettura traducendo il testo di libri selezionati in lingua dei segni.
Seeing AI 	Seeing AI può leggere un testo – sia scritto a mano sia stampato – identificare un cartello stradale, descrivere ciò che ci circonda indicando la distanza tra gli elementi inquadrati, distinguere i colori, riconoscere il valore delle banconote. E' anche in grado di descrivere l'aspetto fisico di una persona e di riconoscere i volti amici.
AskPinocchio 	AskPinocchio è un software per rilevare *fake news* online, realizzato da un pool di ricercatori universitari divisi tra Svizzera, Italia e Stati Uniti
Vision 	Il dispositivo Vision della startup londinese Winnow Solutions aiuta le cucine commerciali a tenere traccia dei costi ambientali ed economici dello spreco alimentare. Con i dati raccolti, le aziende e gli chef possono regolare gli acquisti di cibo per ridurre notevolmente gli sprechi.
ShotSpotter 	Tecnologia in grado di rilevare il rumore di uno sparo e segnalarlo alle forze dell'ordine in tempo reale con precisa identificazione spaziale dell' accaduto.

Note

4.1. Mise. (2019). Strategia Nazionale per l'intelligenza artificiale. https://www.mise.gov.it/index.php/it/strategia-intelligenza-artificiale/contesto

4.2. Turing, A. M. (2009). Computing Machinery and Intelligence. In R. Epstein, G. Roberts, & G. Beber (Eds.), Parsing the Turing Test: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer (pp. 23–65). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_3

4.3. Zahid, S. (2019, febbraio 2). A Brief History of AI. https://sohailzahid.com/2019/02/02/a-brief-history-of-ai/

4.4. La frase esplicita il fatto che i fisici e i matematici lavorano con un modello misto di intuizione e ragionamento. Scelgono una strada interessante con l'intuizione e ne provano la validità e la confutano con il ragionamento.

4.5. Kahneman, D. (2013). Thinking, Fast and Slow (Reprint edizione). Farrar Straus & Giroux.

4.6. Simon, H. A. (1998). What We Know About Learning*. *Journal of Engineering Education*, 87(4), 343–348. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.1998.tb00363.x

4.7. Berkman Klein Center. (2020). *Principled Artificial Intelligence*. Accesso effettuato il 13 gennaio da: https://docs.google.com/document/d/1s3j9-0hfRdoWtrWfLRxEsxDg0Q4DeVOBgOfFOhz6uQE/edit

4.8. Cohen, J. (2013). What Privacy Is For. *Harvard Law Review*, 126(7), pp. 1904-1933.

4.9. Rouvroy, A., Poullet, Y. (2009). The Right to Informational Self-Determination and the Value of Self-Development: Reassessing the Importance of Privacy and Democracy. In: Gutwirth, S, Poullet, Y., De Hert, P., de Terwangne, C. (Eds.), *Reinventing Data Protection?*. Dordrecht: Springer, pp. 45-76.

4.10. La dataficazione si riferisce alla quantificazione di informazioni precedentemente non quantificate. (Per maggiori informazioni, consultare: Mayer-Schönberger, V. and Cukier, K. (2013). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think*. London: John Murray.)

4.11. Hier, S. (2003). Probing the Surveillant Assemblages: On the Dialectics of Surveillance Practices as Processes of Social Control. *Surveillance and Society*, 1(3), pp. 399-411.

4.12. Berkman Klein Center. (2020). Principled Artificial Intelligence. Accesso effettuato il 14 gennaio 2021 da: https://docs.google.com/document/d/1s3j9-0hfRdoWtrWfLRxEsxDg0Q4DeVOBgOfFOhz6uQE/edit

4.13. Burrell, J. (2016). How the machine 'thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms. Big Data & Society, 1-12.

4.14. Amoore, L., Piotukh, V. (2015). Life beyond big data: governing with little analytics. *Economy and Society*, 44:3, 341-366.

4.15. Gitelman, L., Jackson, V. (2013). Introduction. In: Gitelman, L. (Ed.), *"Raw Data" is an oxymoron* (pp. 1-15). Cambridge, MA: MIT Press.

4.16. Per "dataficazione" si intende il processo che rende in dati elementi precedentemente non quantificati. Consultare anche: Van Dijck, J. (2014). Datafication, dataism, and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and secular belief. *Surveillance & Society*, 12(2), 197-208.

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. New York: HarperCollins Publishers.

4.17. Bowker, G., Star, S. (1999). *Sorting things out*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

4.18. Haraway D (1988) Situated knowledges: the science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies*, 14(3), 575-599.

4.19. Broussard, M. (2018). *Automated Unintelligence: How Computers Misunderstand the World*. Cambridge, MA: MIT Press.

4.20. Benjamin, R. (2019). *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Cambridge, Polity Press.

4.21. Wired. (2019). The Apple Card Didn't 'See' Gender—and That's the Problem. Accessed: 11 January 2021. https://www.wired.com/story/the-apple-card-didnt-see-genderand-thats-the-problem/
The Washington Post. (2019). Apple Card algorithm sparks gender bias allegations against Goldman Sachs. https://www.washingtonpost.com/business/2019/11/11/apple-card-algorithm-sparks-gender-bias-allegations-against-goldman-sachs/

4.22. Barbican Centre. (n.d.). Joy Buolamwini: examining racial and gender bias in facial analysis software. Google Arts & Culture. Accessed: 11 January, 2020. https://artsandculture.google.com/exhibit/joy-buolamwini-examining-racial-and-gender-bias-in-facial-analysis-software/LgKCaNKAVWQPJg
Varley-Winter, O. (2020). The overlooked governance issues raised by facial recognition. Biometric Technology Today. Accessed: 11 January 2020. https://bit.ly/3i0RTB3
AI NOW Institute. (n.d.). Disability, Bias, and AI. https://wecount-dev.inclusivedesign.ca/wp-content/uploads/2020/06/Disability-bias-AI.pdf

4.23. Costanza-Chock, S. (2020). Design Justice: *Community-led Practices to Build the Worlds We Need*. Cambridge, MA: MIT Press.

4.24. Come nota Louise Amoore nel suo libro "Cloud Ethics", la fase di design non si limita al processo di ideazione e produzione, ma continua durante tutta la vita del prodotto in questione e comprende l'utilizzo fatto del prodotto stesso dai cittadini e dalle cittadine. Consultare: Amoore, L. (2020). *Cloud Ethics: Algorithms and the Attributes of Ourselves and Others*. Duke University Press.

4.25. Escobar, A. (2018). *Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds*. Durham: Duke University Press.

4.26. Gli economisti statunitensi William D. Nordhaus e Paul M. Romer hanno vinto il Nobel per l'Economia 2018 per aver integrato i cambiamenti climatici e le innovazioni tecnologiche nelle analisi macroeconomiche a lungo termine. Il loro lavoro ha permesso di mettere a punto metodi per rispondere a una delle domande più pressanti del nostro tempo, cioè *come favorire una crescita economica che sia allo stesso tempo durevole e sostenibile*.

4.27. Edoardo Vitale. (2019, February 2). Che cos'è la sesta estinzione di massa (e perché dovrebbe preoccuparci). Wired. https://www.wired.it/scienza/ecologia/2019/02/02/sesta-estinzione-massa-perche-preoccuparci/

5

Stampa 3D

A cura di Isinnova

5.1. Cos'è la Stampa 3D

Le stampanti 3D stanno diventando sempre più importanti all'interno delle fabbriche e delle aziende, in quanto consentono di realizzare oggetti a basso costo, grazie a forme tradizionali e materiali innovativi. Viene utilizzato il termine stampa perché la tecnica alla base ricorda quella utilizzata dalle stampanti laser: l'utente realizza un progetto digitale su un *software* e poi lo invia alla stampante affinché lo possa realizzare. In base a questo processo la stampa 3D, partendo da un modello digitale tridimensionale, indirizza plastica fusa, metallo fuso o altri materiali all'interno di una stampante che realizza, strato dopo strato, un prodotto materiale completo di tutte le sue parti, anche quelle mobili.

5.2. Storia della stampa 3D

Gli inizi della storia della stampa 3D risalgono ufficialmente al 1982, quando Chuck Hull inventò la stereolitografia, e, fondando la 3DSystems – azienda ancora saldamente all'apice nel settore – diede vita al primo esempio commerciale di prototipazione rapida (Rapid Prototyping) e del formato Standard Triangle Language (STL). Nel 1985, Hull presentò il brevetto, ottenendolo poi nel 1986. Il passo successivo fu quello di fondare un'azienda e partire negli anni '90 con la distribuzione di stampanti 3D basate sull'uso di polveri e laser.

Hull gettò così le basi, aprendo la strada della disciplina, pur rimanendo con la sua azienda all'avanguardia dell'innovazione nel campo. Ne è testimonianza il fatto che il concetto da lui brevettato, quello di oggetti fisici creati come sequenza di strati 2D sovrapposti, sia valido e largamente utilizzato ancora oggi.

Successivamente, nel 1988, Lisa e Scott Crump brevettarono la *Fused Deposition Modeling* (FDM), ovvero la stampa 3D con materiale fuso. Grazie al metodo FDM, si superò sia l'utilizzo del laser che quello della polvere, e si cominciò a utilizzare invece plastica fusa da "spalmare" strato per strato in funzione dell'oggetto in questione.

Nel 1993 è il turno del MIT, con sede a Boston. La tecnologia di stampa sviluppata dal MIT è quella che permette di stampare a colori – fino a un massimo di 28 – definita "*three dimensional printing*". Oltre a stampare a colori, è una tecnologia utile per stampare oggetti molto fedeli alla realtà.

Nel 2005 la Mcor Technologies Ltd – società Irlandese – dà poi inizio al *Paper 3D laminated printing*, una macchina che sovrappone fogli di carta stampata. Il risultato è un metodo additivo che però consente l'utilizzo di tutti colori.

Sempre nel 2005, grazie al principio del *self-replicating rapid prototyper* si ha un punto di svolta nel mondo delle stampanti 3D. Infatti, in Inghilterra viene concepita e sviluppata una stampante 3D in grado di riprodurre sé stessa. Da questo momento in poi, quindi, si spalancano le porte per la produzione e innovazione delle stampanti desktop.

Uno dei fattori più interessanti della stampa tridimensionale è il passaggio dalla "produzione manifatturiera" alla "produzione digitalizzata": se nel modello di produzione che ha dominato la Prima e la Seconda Rivoluzione Industriale occorreva l'apporto umano in varie fasi del processo produttivo, la stampa 3D mette in secondo piano la presenza umana. Infatti, questa viene subordinata e limitata alla semplice ideazione del modello tridimensionale, da realizzarsi attraverso appositi *software* o tramite la scansione tridimensionale dell'oggetto da replicare.

Ponendo il focus sul risparmio dei costi e l'aumento della produttività, la stampa 3D trova attuazione nella produzione di quasi tutti i prodotti commerciali. L'aumento di produttività permesso dalla stampa 3D è legato a un aumento dell'efficienza e alla riduzione di sprechi. Nella fabbrica manifatturiera, la produzione tipicamente procede per sottrazione: le materie prime vengono lavorate e poi assemblate, e in questo processo una grande quantità di materia prima viene necessariamente sprecata. La stampa 3D, al contrario, procede per addizione: il *software* deposita la materia, strato dopo strato, fino al completamento del prodotto finale. Questo processo additivo richiede circa un decimo del materiale rispetto alla produzione manifatturiera sottrattiva, il che comporta una significativa riduzione dei costi sulle materie prime.

La natura open source di molti strumenti per la stampa 3D, inoltre, ha più di una conseguenza: da un lato, svincola le imprese e gli utenti dalla necessità di sostenere i costi legati alla tutela della proprietà intellettuale. Dall'altro, permette la personalizzazione del prodotto fin nei minimi dettagli, consentendo la creazione di un pezzo unico o di piccole serie di prodotti su ordinazione a costi estremamente ridotti. Ciò ha un effetto dirompente sul sistema economico, in quanto depotenzia il meccanismo delle economie di scala,[5.1] aumentando così la competitività delle piccole e medie imprese rispetto alle grandi aziende multinazionali, e permettendo loro di recuperare terreno sul fronte della competitività dei mercati.
La stampa 3D è ancora un fenomeno relativamente di nicchia, limitato a pochi appassionati e imprese, ma col tempo è destinata a diventare un processo di produzione sempre più diffuso nel sistema economico.

Guardando semplicemente ai prezzi delle stampanti, dai €20.000 della prima "Stratasys" (immessa in commercio nel 2002) oggi si è passati ad un costo medio sul mercato di poche centinaia di euro; una riduzione della curva di prezzo notevole che ricorda quella dei computer, dei telefoni cellulari e degli impianti eolici e fotovoltaici, inizialmente molto costosi e limitati ad un mercato d'élite, ed oggi prodotti di consumo di massa.

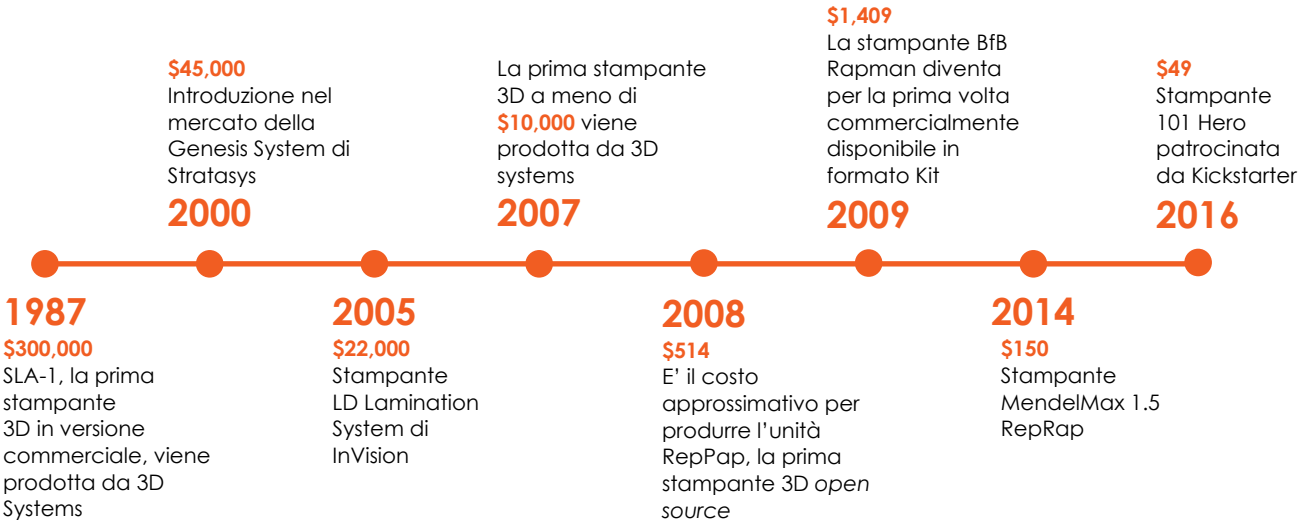


Figura 5.1.
Linea del tempo della Stampa 3D.[5.2]

5.3. Perché è importante

I cambiamenti dirompenti portati della stampa tridimensionale hanno il potenziale di rivoluzionare le modalità di produzione nel contesto di un'economia capitalistica di mercato, attualmente predominante a livello globale. Infatti, la diffusione della stampa tridimensionale ha il potenziale di portare ad una vera e propria democratizzazione della produzione: potenzialmente, ciascun individuo potrebbe diventare allo stesso tempo produttore e consumatore di beni fabbricati da sé stesso (i.e. *prosumer*). Ciò ribalterebbe completamente la prassi del modello di produzione della Seconda Rivoluzione Industriale, tradizionalmente centralizzato e integrato verticalmente. Il potenziale, in termini di libertà dell'individuo dal sistema e di autosufficienza delle comunità, sembra quindi altissimo. L'effetto sul sistema economico attuale sarebbe dirompente: una volta acquistata una stampante 3D, l'utente avrebbe bisogno solo della materia prima per produrre autonomamente una vasta gamma di oggetti di uso quotidiano, senza doverli acquistare sul mercato.

La realizzazione del protocollo internet IPv6,[5.3] che sostituisce l'attuale protocollo IPv4, permetterà la coesistenza nei server mondiali di ben 340.000 miliardi di trilioni di trilioni di indirizzi IP, consentendo di collegare alla rete Internet tutti gli oggetti di uso quotidiano e, soprattutto, il sistema di produzione e distribuzione dell'energia elettrica. Con lo sviluppo delle energie rinnovabili, la trasformazione di ogni edificio (dalle abitazioni private alle aziende, alle strutture pubbliche) in micro-centrali eoliche e fotovoltaiche e la condivisione di energia pulita in reti intelligenti, il costo dell'energia elettrica all'utente finale diverrebbe pressoché nullo, una volta ammortizzati i costi fissi di installazione. In un contesto di elettricità quasi gratuita, di assenza di proprietà intellettuali e di *software open source* per la stampa tridimensionale, il costo di produzione degli oggetti con stampa 3D si ridurrebbe ulteriormente, portando verso un regime di costi marginali praticamente azzerati. In questo modo il profitto si contrarrebbe drasticamente fino a, teoricamente, azzerarsi e far diventare superfluo lo scambio sul mercato di una vasta gamma di prodotti.

Senza dubbio, oggi siamo soltanto agli albori di questa nuova era della civiltà umana (l'IoT, affrontata nel Capitolo 4, è ancora giovane, così come la stampa 3D è nella fase appena iniziale della sua diffusione), ma abbiamo di fronte a noi una prospettiva al contempo politica ed economica intorno a cui coalizzare un vasto campo progressista, che va dai fautori del libertarismo e dai sostenitori dell'autosufficienza delle comunità locali agli imprenditori sociali e ai comunitaristi.ww

5.4. Come funziona in pratica

Esistono diverse tipologie di stampanti che funzionano con tecnologie e materiali differenti. Tuttavia, la tecnica utilizzata da ognuna di queste tecnologie è quella della produzione additiva, che consiste nell'unire e sovrapporre strati e componenti fino ad arrivare all'oggetto finale. In base a come gli strati vengono stampati, si possono distinguere diverse tecnologie di stampa 3D, descritte qui di seguito.

FDM - Fused Deposition Modeling

La stampante "*Fused Deposition Modeling*" (FDM) è la più diffusa. Essa si muove sui tre assi X, Y e Z, ed è composta da tre motori, che fanno muovere le pulegge che trainano la cinghia a cui sono collegati il blocco estrusore e il piano della stampante. Un quarto motore viene poi utilizzato per spingere il filamento all'interno dell'estrusore.

L'estrusore è un componente fondamentale perché permette di fondere il filamento per poi estruderlo, andando a depositarlo sul piano. Per permettere questa operazione, all'interno dell'estrusore possiamo trovare un riscaldatore che può arrivare fino a ~250°C; questo riscaldatore fa scaldare l'hot-end - ovvero il punto caldo della stampante - dove andrà a scorrere il filamento, così da fonderlo per poi uscire dall'ugello. Nel blocco estrusore si trovano anche due ventole: una serve per dissipare il calore che si crea sull'hot-end, mentre l'altra raffredda il materiale una volta che esso è stato depositato sul piano.

DLP - Digital Light Processing

Nel *Digital Light Processing* (DLP), una vasca di polimero liquido è esposta alla luce di un proiettore DLP in condizioni di luce inattinica, che porta il polimero liquido a indurirsi. Successivamente, la piastra di costruzione si muove in basso in piccoli incrementi e il polimero liquido torna ad essere esposto alla luce. Il processo si ripete finché il modello non è costruito. Il polimero liquido è poi drenato dalla vasca, lasciando il modello solido.

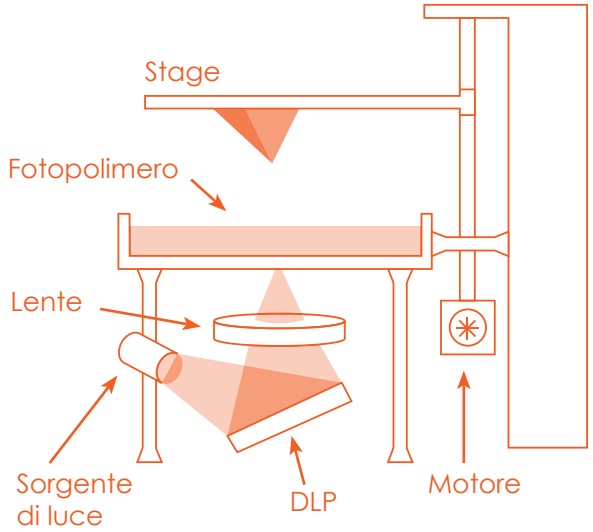


Figura 5.2.
Digital Light Processing (DLP)

CJP - ColorJet Printing

La tecnologia *ColorJet Printing* (CJP), è il metodo di produzione additiva professionale che per stampare in 3D utilizza come materiale il gesso o la polvere di plastica.

Con questa tecnologia di stampa 3D la prototipazione rapida avviene mediante l'incollaggio di polvere fino a plasmare completamente l'oggetto desiderato. Questo viene poi ricoperto da uno strato di binder (legante) che permette di rendere l'oggetto colorato (con più di 6 milioni di colori).

MJP - MultiJET Printing

Con le stampanti 3D di questo tipo la prototipazione rapida avviene mediante la deposizione strato per strato di resine plastiche allo stato liquido, fotoindurenti – e di materiale ceroso che funge da supporto – fino alla composizione dell'oggetto finito.

SLA – Stereolitografia

La stereolitografia è una tecnica che permette di realizzare singoli oggetti tridimensionali a partire direttamente da dati digitali elaborati da un software CAD/CAM.

La sua principale applicazione è la prototipazione rapida, che permette di avere oggetti fisici da testare prima della produzione industriale oppure preparare modelli per realizzare stampi di colata o pressofusione.

SLS – Sinterizzazione Laser Selettiva

La tecnologia di Sinterizzazione Laser Selettiva (SLS) si realizza attraverso un processo per addizione stratificata, in cui l'utilizzo di un laser permette di fondere o sinterizzare materiali termoplastici, creando il modello o il prototipo tridimensionale. Il processo prevede che uno strato sottilissimo di polvere (0,1mm) venga disteso sulla piattaforma di lavoro, in modo che il laser possa solidificare la polvere in base alla sezione della geometria, strato dopo strato.

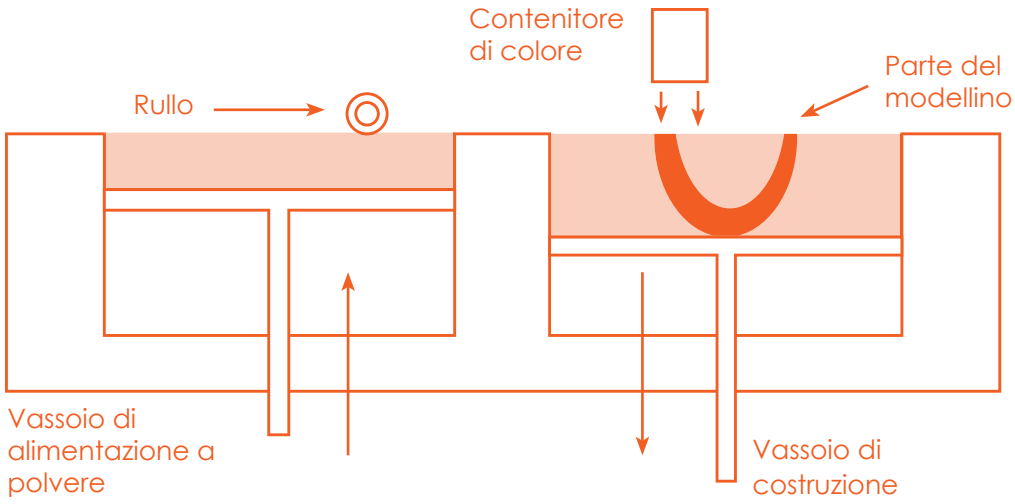


Figura 5.3.
ColorJet Printing (CJP)

DMP – Direct Metal Printing

Il processo produttivo di questa tecnologia consiste nel posizionare un letto di polveri metalliche che successivamente sono fuse attraverso un raggio laser. Finita la lavorazione sullo strato, un rullo si azionerà andando a posizionare un secondo letto molto sottile di polvere, il quale verrà nuovamente lavorato dal raggio laser, andando a fonderlo con lo strato precedente.

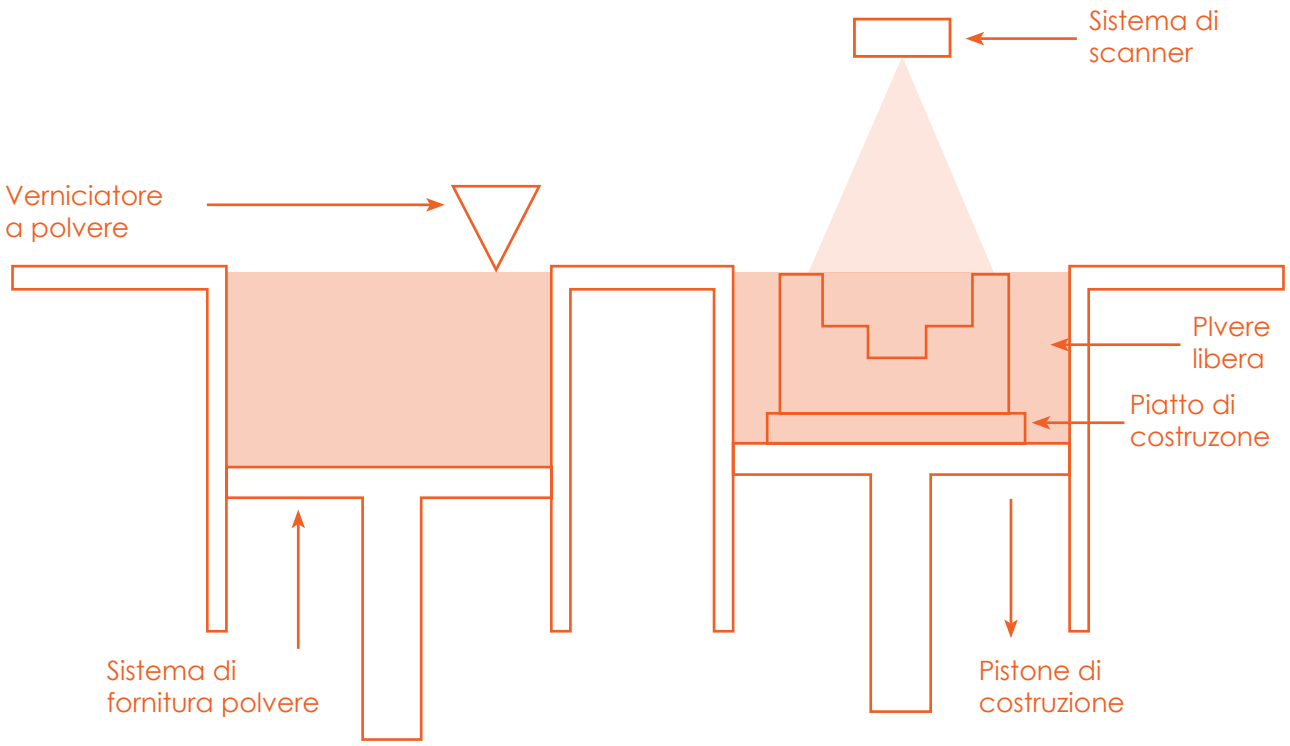


Figura 5.4.
Direct Metal Printing (DMP)

5.5. Con quali materiali è possibile stampare?

I materiali disponibili per la stampa 3D sono sempre stati un settore di ricerca e sviluppo e al giorno d'oggi ne esistono un'ampia varietà, forniti in diversi stati (polvere, filamenti, pellets, granuli, resine ecc.). Materiali specifici sono generalmente sviluppati per piattaforme che eseguono applicazioni dedicate (esempio potrebbe essere il settore odontoiatrico) con le proprietà del materiale che meglio soddisfano l'applicazione. Ecco una serie di materiali in relazione alle tecnologie di stampa 3D disponibili sul mercato.

- Nylon o Poliammide sono comunemente usati in forma di filamenti per il processo FDM o FFF. È un materiale plastico forte, flessibile e durevole che si è dimostrato affidabile per la stampa 3D. L'ABS è un'altra plastica particolarmente robusta comunemente utilizzata per la stampa 3D ed è disponibile in una vasta gamma di colori. L'ABS è un termopolimero molto diffuso grazie alla sua leggerezza e rigidità ma anche al fatto che può essere sia estruso che stampato ad iniezione.
- Il PLA è un materiale plastico biodegradabile. Può essere utilizzato in formato resina per processi DLP/SL e in forma filamentosa per il processo
- LayWood è un materiale appositamente sviluppato per stampanti 3D di estrusione Desktop. E' un composto legno / polimero (noto anche come WPC).
- La ceramica è un gruppo di materiali relativamente nuovo che può essere utilizzato per la stampa 3D con diversi livelli di successo. Anche le ceramiche vengono stampate in polvere o estruse con stampanti FDM che montano estrusori per materiali viscosi come la "WASP".
- Infine, la stampa 3D metallo è la linea di confine tra presente e futuro della produzione industriale. A differenza dei processi di produzione convenzionali o sottrattivi, la produzione additiva costruisce una parte utilizzando un processo strato per strato direttamente da un modello digitale, senza l'uso di stampi o matrici che impiegano più tempo, più materiale per il processo di produzione, con costi ben superiori.

5.6. I trend di applicazione

Secondo uno studio condotto da SmartTech Publishing, il mercato della stampa 3D, valutato nel 2014 a 4,2 miliardi di dollari, nel 2019 ha raggiunto gli 11,2 miliardi di dollari.[5.4]

Il 2019 è stato un anno di grande sviluppo per la stampa 3D. Infatti, sia le piccole che le grandi imprese hanno potuto scoprire le potenzialità dell'additive manufacturing.

Questa "democratizzazione" della stampa 3D, che ha interessato settori produttivi anche molto diversi tra loro, ha preso spunto non solo dalle innovazioni tecnologiche e dal minor costo delle stampanti 3D rispetto al passato, ma soprattutto dalle nuove possibilità di applicazione. In particolare, una delle tecnologie che guiderà questa tendenza è il getto di legante metallico. La tecnologia ha capacità uniche di raggiungere velocità di stampa elevate e realizzare componenti di alta precisione, utilizzando metalli più economici per lo stampaggio a iniezione di metalli. Nel 2019, il getto di legante metallico ha subito una sorta di rinascita, con una maggiore attenzione allo sviluppo di macchine capaci di produzione.

Del resto, quello della stampa 3D è un settore in continua evoluzione, con nuove possibilità, nuove applicazioni e nuove sfide da affrontare.

Nel 2019, ad esempio, la stampa 3D ha contribuito a fare grandi progressi nel settore medico: l'*additive manufacturing* fornisce sempre maggiori e migliori risposte alle esigenze di chirurghi, dentisti e dei loro pazienti. Inoltre, l'evoluzione della bioprinting, arrivata a stampare in 3D organi vitali come cuore o polmoni, sta rivoluzionando l'industria medica ed è lecito attendersi sostanziali passi in avanti nel corso del nuovo anno 2020.

Anche altri settori produttivi quali la moda, l'industria automobilistica e l'architettura dovrebbero conoscere nuove applicazioni e nuove soluzioni tecnologiche nel 2020: la stampa XL e la personalizzazione di massa sono solo alcuni elementi della stampa 3D per cui si prevedono enormi progressi in quest'anno!

L'industria della stampa 3D sta crescendo in diversità, poiché il numero di attori che entrano nel mercato aumenta. Una prova di questa tendenza è l'edizione 2019 di "Formnext", l'evento che attrae quasi l'intero settore. Nel 2019 è stato di gran lunga il più grande di sempre: 852 espositori che rappresentano una crescita del 35% rispetto all'anno precedente.

Secondo HP, queste saranno le principali tendenze future per la stampa 3D e la produzione digitale:

- L'assemblaggio sarà sempre più automatizzato, fino a integrare parti in metallo e plastica stampate 3D. Al momento non esiste una super stampante che può fare tutto in un unico processo, a causa di fattori come le temperature di lavorazione. Tuttavia, con l'aumentare dell'automazione nelle fasi di assemblaggio sarà possibile combinare la produzione di pezzi di metallo e materie plastiche contemporaneamente. Questo potrebbe favorire l'industria automobilistica consentendo ai produttori di stampare metalli su elementi in plastica, costruire parti resistenti all'usura o conduttive, aggiungere trattamenti superficiali e persino costruire motori con parti in plastica.
- I processo di produzione sarà sempre più sostenibile, riducendo significativamente l'impatto ambientale. Inoltre, la stampa 3D consentirà all'industria manifatturiera di produrre meno rifiuti, meno inventario e ridurre le emissioni di CO2. La progettazione durante tutto il ciclo di vita del prodotto verrà ripensata con lo scopo di utilizzare meno materiale, combinando parti e utilizzando geometrie complesse per produrre parti leggere. Questo permetterà di ridurre ulteriormente il peso di veicoli e aeromobili per migliorare l'efficienza del carburante, che può ridurre le emissioni di gas e il consumo di energia. Dal momento che un numero maggiore di produttori trasmette file digitali per la produzione locale, anziché spedire merci, si verificherà una riduzione significativa delle stesse spedizioni, riducendo costi, consumi energetici, sprechi ed emissioni.
- Una gamma più ampia di materiali per applicazioni specifiche è all'orizzonte. Il gigante della produzione Jabil , ad esempio, ha aperto il suo "Materials Innovation Center" all'inizio del 2019 proprio per essere in grado di prendere i requisiti dell'applicazione - da Jabil o da clienti esterni - e convertirli in materiali che possono essere stampati.
- La stampa 3D composita entrerà in una fase di crescita, specialmente in campi come l'ingegneria aerospaziale, il settore automobilistico, l'industria del petrolio e gas. Se combinata con la stampa 3D, la tecnologia può semplificare e ridurre il costo della produzione di compositi, rispetto ai metodi di produzione compositi tradizionali tipicamente manuali. Dunque, la stampa 3D ad alto volume farà un passo avanti per diventare una realtà.

5.7. Linee guida di buon utilizzo

Come abbiamo visto, la stampa 3D ha creato nuovi paradigmi sia da un punto di vista commerciale che produttivo. Come tutte le tecnologie però, non è esente da rischi.
Le nuove sfide per le società che lavorano su una scala così vasta con le stampanti 3D includono la salute, la sicurezza sul lavoro e quella collettiva. Ciò riguarda problemi come l'esposizione a gas e materiali, la movimentazione di materiali, l'elettricità statica, le parti in movimento e le pressioni.
Inoltre, per motivi di diritto d'autore e di produzione illegale, è necessario un rigoroso monitoraggio dei lavoratori. Per esempio, quando viene prodotta una replica di una figura di Star Wars, potrebbe verificarsi una violazione del diritto d'autore. Ma chi è responsabile: il progettista, chi lo stampa, o l'acquirente?

La stampa 3D richiede un processo preciso, pertanto l'ambiente di lavoro deve essere pulito e organizzato e le interfacce utente devono avere istruzioni chiare e comprensibili. Possono verificarsi facilmente errori nella programmazione o nella regolazione e calibrazione della stampante. Inoltre, un prodotto finale malfunzionante darà più facilmente adito ad azioni legali, dal momento che il consumatore moderno è molto emancipato.

Quando vengono introdotti nuovi prodotti occorre anche prestare particolare attenzione alla sicurezza. Un esempio è rappresentato da "De Kamermaker", un'unità di stampa 3D per l'architettura sviluppata dallo studio olandese "DUS Architects". Con questa stampante 3D di dimensioni eccezionalmente grandi, possono essere stampati elementi costruttivi di 50x50 cm. Ma che cosa significa questo per la sicurezza dei lavoratori edili? Al MIT di Boston, un gruppo di ricerca denominato "Mediated Matters", guidato da Neri Oxman, sta sperimentando con costruzioni stampate in 3D che si basano su forme e configurazioni naturali. Anche la produzione ibrida, che prevede la stampa in 3D solo di alcune parti di un prodotto, sta diventando sempre più diffusa.

Inoltre, lo studio di progettazione italo-giapponese "Minale Maeda" produce *Keystones*, un giunto stampato in 3D, che consente di costruirsi da soli i propri mobili utilizzando pannelli in legno standardizzati. La resistenza in generale e la resistenza alla trazione di queste parti devono essere convalidate e certificate. Spesso questi nuovi prodotti e tecniche vengono sviluppati da personale specializzato che ha ricevuto una formazione specifica all'interno di un'azienda. Ma chi controlla la titolarità di queste innovazioni? Questo aspetto, se non regolamentato correttamente, rischia di causare complesse tensioni tra datore di lavoro e lavoratore.

Le implicazioni per il mercato del lavoro e la sicurezza collettiva
Per quanto riguarda il futuro dei posti di lavoro, la questione chiave che riguarda la stampa 3D (come accade con la robotica e la produzione automatizzata) è: riuscirà questa nuova tecnologia a sostituire o cambiare il lavoro esistente? La risposta è sì e no.

Sì, perché le macchine avranno il sopravvento sulla produzione manuale flessibile.

L'artigianato verrà digitalizzato. Con una stampante 3D è possibile fabbricare oggetti con forme elaborate e complesse che in precedenza potevano essere realizzati solo da artigiani esperti. Con l'introduzione della stampa 3D di materiali quali il metallo e il legno, l'artigianato tradizionale diventerà obsoleto.

D'altro canto, no: la diffusione della stampa 3D non comporterà inevitabilmente una maggiore disoccupazione. In primo luogo, introdurrà

anche nuovi posti di lavoro, ad esempio nell'ambito della progettazione e produzione di *hardware* (come stampanti 3D) e, soprattutto, della creazione di *software* che consentano alle macchine di svolgere attività diverse. Inoltre, la stampa 3D può facilmente aprirsi al mercato globale nonostante, al contempo, la produzione rimanga su scala locale. Pertanto, il lavoro che è stato in precedenza delegato a paesi a basso livello salariale potrà potenzialmente tornare in Europa. Ciò significa che crescerà la domanda di lavoratori specializzati, ma diminuirà la domanda di lavoratori che producono artigianato semplice. Pertanto, il divario tra lavoratori qualificati e lavoratori meno qualificati è destinato a crescere.

Una modifica importante alle condizioni di lavoro effettive sarà introdotta in seguito all'uso preponderante delle materie plastiche nella stampa 3D. Di conseguenza, è essenziale una buona regolamentazione e certificazione di questi materiali sintetici. La produzione con la stampa 3D è infatti costosa e richiede tempo.

Al pari di quanto avviene con altre tecnologie digitali (robot, IA ecc.), le conseguenze per le persone che svolgono questi compiti di routine possono essere significative. Il lavoro può essere noioso e decisamente non creativo. Contemporaneamente, la tecnica di stampa 3D è ancora relativamente complessa e richiede un elevato grado di concentrazione. Commettere errori è facile e anche le omissioni di minima entità possono causare problemi significativi nel prodotto finale.

Grazie ad un'atmosfera innovativa, la stampa 3D risulta un settore industriale di grande attrattiva. Come nel caso di numerose start-up, i lavoratori e le lavoratrici sono tentati di osservare orari di lavoro ininterrotti e prolungati; inoltre, la linea di demarcazione tra lavoro e attività non lavorative può diventare facilmente incerta. La maggior parte delle aziende attive nel settore della stampa 3D sono recenti, crescono rapidamente e sono, pertanto, meno organizzate. Il personale varia spesso, di conseguenza l'organizzazione tra i lavoratori è difficile. Questa situazione suscita preoccupazioni in merito a retribuzioni adeguate, ore di lavoro e condizioni di lavoro sane e sicure.

Infine, è importante notare come la eventuale popolarizzazione della stampa 3D possa comportare diversi rischi in ottica di sicurezza collettiva. Ad esempio, Johnston, Smith e Irwin, in uno studio commissionato da Rand Corporation, sottolineano come la mancanza di un'architettura legale ben definita possa indurre consumatori e consumatrici ad avvalersi della possibilità di procurarsi beni tipicamente illegali sul mercato, come componenti di armi da fuoco.[5.5] Analogamente, la mancanza di un tipico intermediario nel processo di produzione (i.e *third party*) può innalzare rischi in materia di cybersicurezza dato che i sistemi di stampa 3D non sono immuni ad attacchi informatici da parte di hackers che possono quindi alterare i processi di produzione, avendo un impatto immediato nel mondo materiale.[5.6]

5.8. Casi studio di applicazioni 3D Printing for Good

5.8.1. Casi studio

Protesi ospedaliere con le stampanti 3D

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Il progetto vuole aiutare l'economia e il sistema sanitario di alcuni ospedali africani. Grazie ad un'iniziativa di crowdfunding, l'Istituto Massimo di Roma ha raccolto 64.106 euro (di cui 24.558 euro su Eppela e i restanti tramite offerte versate sul conto corrente del progetto da società come Volkswagen Italia, FIAL, Walter Tosto, Sartori Ambiente), per la realizzazione di una stampante 3D che usa come materia prima plastica riciclata e tappi di bottiglia per produrre protesi e pezzi di ricambio per ospedali in Africa.

La soluzione individuata.
Il progetto, iniziato nel 2016, è stato promosso da 15 studenti e studentesse dell'Istituto Massimo, insieme a un team di 20 figure professionali e genitori volontari provenienti dal mondo dell'industria, dell'università, della scuola, della sanità e del terzo settore nell'ambito delle attività Steam del Liceo Scientifico e Classico Internazionale. Le iniziative vedono come beneficiari l'Ospedale di Lacor (Uganda) e il Centro Caritas di Kenge (Congo).

Impatto
Con i fondi raccolti, gli studenti e le studentesse hanno progettato, costruito e consegnato in Africa due mini laboratori di stampa 3D, completi di scanner e stampanti che si alimentano con plastica riciclata da tappi di bottiglia, che sono in grado di dare vita a protesi innovative o ad altri strumenti utili a fini didattici.

Non solo: vengono forniti una trituratrice che sbriciola la plastica, un estrusore che la fonde e crea un filo plastico, due computer e un archivio di oggetti 3D da stampare, un sistema di acquisizione 3D, una stampante 3D in grado di produrre oggetti anche di grandi dimensioni e due stampanti 3D di servizio, un set di ricambi e attrezzature, la documentazione e i tutorial. Con le stampanti 3D, il tempo di produzione di una protesi si riduce dai 6 giorni a 6 ore aumentando così la capacità di lavoro dei pochi tecnici ortopedici disponibili nelle aree disagiate.

Open BioMedical Initiative

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Tramite la stampa 3D, lo scopo di Open BioMedical Initiative (OBM) è di garantire un'assistenza biomedica adeguata e soprattutto a basso costo in tutti quegli scenari caratterizzati da problemi logistici o sfavorevoli condizioni politiche.

La soluzione individuata.
OBM è una iniziativa no-profit globale per la realizzazione e distribuzione di tecnologie biomedicali a basso costo, open source e stampabili in 3D. La forza risiede nel messaggio di condivisione, collaborazione e delocalizzazione riferito alla tecnologia biomedicale.

Impatto
OBM, condividendo i suoi progetti, permette a chiunque sia in possesso di una stampante 3D di creare direttamente sul posto un'incubatrice neonatale o una protesi per un arto ed altrettanto supportare nuove idee rispondenti a specifiche esigenze. OBM è la risposta concreta allo scetticismo di chi non crede alle possibilità offerte dalla stampa 3D open source, ma soprattutto è una testimonianza al dellea potenzialità nel generare dell'impatto sociale di questo strumento.

3D For The Futures

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Isinnova, in collaborazione con alcune onlus Bresciane, ha lanciato il progetto "3D For the Futures", che si prefigge di inviare in paesi in via di sviluppo stampanti 3D. Il progetto vuole contribuire concretamente a diffondere la tecnologia nei Paesi a risorse limitate, fornendo materiale di stampa e supporto tecnico, per affrontare l'emergenza COVID-19.

La soluzione individuata.
Distribuire l'attrezzatura e la conoscenza della stampa 3D apporterà vantaggi non solo per l'emergenza, ma costituirà un'opportunità per il futuro, come strumento tecnologico all'avanguardia a disposizione degli ospedali e centri medici che la riceveranno gratuitamente.

Impatto
Attualmente sono state consegnate attrezzature e stampanti in Mozambico, Burkina Faso, Zambia e Uganda. Tutto il materiale è in uso in ospedali della zona.

EASY COVID 3D

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Isinnova ha lanciato il progetto Easy-covid 3D per far fronte alla possibile penuria di maschere C-Pap ospedaliere per terapia sub-intensiva: la costruzione di una maschera respiratoria d'emergenza adattando una maschera da snorkeling già in commercio.

La soluzione individuata.
Dopo aver ottenuto dall'azienda produttrice il disegno CAD, i progettisti hanno studiato la maschera per capire come modificarla e integrarla a un nuovo componente di loro invenzione: la valvola Charlotte. Stampata in 3D, è stata testata all'Ospedale Civile di Brescia su pazienti in stato di necessità e ha dimostrato di funzionare. "L'idea si rivolge a strutture sanitarie e vuole aiutare a realizzare un maschera d'emergenza nel caso di una conclamata situazione di difficoltà nel reperimento di fornitura sanitaria ufficiale" specificano.[5.7] L'uso da parte dei pazienti, infatti, è subordinato all'accettazione dell'utilizzo di un dispositivo biomedicale non certificato, tramite dichiarazione firmata.

Impatto
Per impedire speculazioni sul prezzo del componente, la valvola Charlotte è stata brevettata, ma il file per la sua realizzazione è gratuitamente a disposizione di tutti coloro che volessero stamparla. Il progetto ha dato vita ad un vero e proprio movimento che ha raccolto maschere, stampato valvole e coinvolto la comunità mondiale in un incredibile progetto open source.

5.8.2. Spunti di approfondimento

Stratodyne 	Una startup che lavora sull'applicazione della tecnologia di produzione additiva nel campo del volo aerospaziale e della scienza stratosferica, che prevede la creazione di satelliti stratosferici ai margini dell'atmosfera terrestre per vari periodi di missione. L'iniziativa fornisce quindi immagini aeree della superficie terrestre che consentono ai coltivatori di agire in modo più proattivo che mai, facilitando un'agricoltura mirata e sostenibile.
Polbionica 	Polbionica, spin off Polacca, ha sviluppato e stampato con una stampante 3D il primo prototipo al mondo di un pancreas bionico con un sistema vascolare.
Shining 3D 	Shining 3D, una compagnia situata a Hangzhou, ha stretto una collaborazione con MAGARIMONO per produrre scarpe, plantari e suole tramite l'utilizzo di stampanti 3D. La stampa 3D offre infatti nuovi orizzonti anche nel settore della moda in generale, rendendo la produzione di accessori e indumenti più semplice, sostenibile ed efficiente.
Impressio 	Impressio sta lavorando allo sviluppo e alla creazione di elmetti da Football Americano che abbiano fodere in stampa 3D e che siano specifiche per ogni giocatore, in modo tale da ridurre commozioni cerebrali. La loro tecnologia e il loro utilizzo di materiali innovativi è scalabile a numerosi campi di applicazione diversi. Ad oggi, l'organizzazione si concentra sull'innovazione nel mondo della salute e dello sport, ma anche quella militare, automobilistica e aerospaziale.

FabRx

FabRx è un'azienda specializzata nella stampa 3D in campo farmaceutico e ha lanciato M3DIMAKER, la prima stampante 3D in grado di realizzare farmaci personalizzati.

Stampa 3D di organi

Un team di ricercatori della Rice University (Texas, USA) ha elaborato una strategia promettente per generare delle reti vascolari, che sono tra le strutture più complesse da replicare del corpo umano. L'iniziativa ha dimostrato come lo sviluppo di nuove tecnologie e materiali per riprodurre le complesse reti gerarchiche dei vasi sanguigni, permette di fornire ossigeno e nutrienti ad un numero sufficiente di cellule per ottenere una funzione terapeutirca significativa a lungo termine.

Note

5.1. Con l'espressione "economia di scala" si intende la riduzione del costo unitario di un prodotto grazie alla produzione di grandi serie, che permette di ammortizzare i costi fissi su un gran numero di unità di prodotto

5.2. 3D Printing Timeline. (s.d.). AcceleratingBiz. Recuperato 15 febbraio 2021, da https://acceleratingbiz.com/proof-point/3d-printing-timeline/

5.3. IPv6: Tutto quello che c'è da sapere sul nuovo standard Internet. (2019). *IONOS Digitalguide*. https://www.ionos.it/digitalguide/server/know-how/quali-sono-i-vantaggi-del-protocollo-ipv6/

5.4. SmarTech Analysis Home. (n.d.). SmarTech Analysis. Accesso effettuato il 15 Gennaio 2021: https://www.smartechanalysis.com/

5.5. Johnston, T., Smith, T. D., & Irwin, J. L. (2018). Additive Manufacturing in 2040: Powerful Enabler, Disruptive Threat. https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE283.html

5.6. Johns Hopkins Team Makes Hobby Drones Crash to Expose Design Flaws « News from The Johns Hopkins University. (n.d.). Accesso effettuato il 19 Gennaio 2021: https://releases.jhu.edu/2016/06/08/johns-hopkins-team-makes-hobby-drones-crash-to-expose-design-flaws/

5.7. Isinnova. (n.d.). Easy – Covid19. Isinnova. Accesso effettuato il 15 Gennaio 2021: https://www.isinnova.it/easy-covid19/

6

Internet of Things e 5G

A cura di Fondazione Bruno Kessler

6.1. Cosa sono l'Internet of Things e il 5G

IoT

I progressi della microelettronica, dalla miniaturizzazione alla riduzione dell'energia necessaria per il suo funzionamento, hanno reso sempre più accessibile una vastissima gamma di sensori in grado di rilevare informazioni sul mondo fisico che ci circonda. La sensoristica ci consente di connettere il mondo fisico con quello digitale, realizzando la cosiddetta "Internet delle cose", o *Internet of Things* (IoT). Nell'IoT, gli oggetti si trasformano in oggetti "intelligenti", e alla base di qualsiasi oggetto intelligente c'è proprio il sensore, che genera i dati necessari per alimentare servizi di intelligenza artificiale.[6.1]

Il concetto di IoT, coniato nel 1999 da Kevin Ashton, membro della comunità RFID (Radio Frequency Identification), è diventato sempre più rilevante grazie alla crescita esponenziale dei dispositivi mobili, della connettività senza interruzioni, dell'*ubiquitous computing*,[6.2] del *cloud computing*.[6.3] In un mondo in cui miliardi di oggetti interconnessi su reti IP (Internet Protocol) pubbliche o private, possono rilevare, comunicare e condividere informazioni, questi oggetti interconnessi dispongono di dati regolarmente raccolti e analizzati, al fine di fornire una vasta gamma di informazioni utili alla pianificazione e gestione dei processi decisionali. Ormai la connettività senza interruzioni e l'*ubiquitous computing* non rappresentano più una sfida e il concetto di connettività non è più limitato alle semplici interazioni tra esseri umani e macchine.

Tutt'altro, la caratteristica più importante dell'IoT consiste nel rendere un oggetto "intelligente", fornendone capacità di rilevamento, attivazione, elaborazione e comunicazione.

L'enorme spazio di lavoro per l'IoT è alimentato dalla perfetta integrazione di tecnologie, fra cui spiccano l'elettronica digitale, i sistemi Micro Elettro Meccanici (MEMS) e la nanotecnologia, ecc. La funzionalità degli oggetti e tecnologie forniscono un ambiente in cui la condivisione delle informazioni può essere effettuata

attraverso varie piattaforme. In questo modo, l'IoT si è ritagliata la sua strada in tutti i domini.

Dopo l'introduzione ad opera di Kevin Ashton nel 1999, il concetto è stato ulteriormente ridefinito da vari ricercatori con l'intento di includere le possibili applicazioni in diverse aree, tra cui i trasporti, la sanità e i servizi pubblici.

Nel biennio 2008-2009, anni in cui l'IoT inizia ad emergere in maniera dirompente, inizia l'escalation del numero di oggetti interconnessi, ovvero delle "cose" collegate. L'essenza dell'IoT può essere sintetizzata nella seguente formula:

IoT = Sensor + Network + Data + Services

Ne emerge quindi che l'IoT può essere trattato come un'estensione dell'Internet, tesa a racchiudere ogni oggetto esistente, esseri viventi inclusi. Questa connettività globale è stata possibile incorporando sensori ed attuatori, facilitando la persistenza dell'Internet. Parallelamente, la miniaturizzazione e i progressi nel campo dell'elettronica e dei computer hanno reso tangibile la materializzazione dell'IoT, ad esempio attraverso i dispositivi indossabili, comunemente noti come *wearables*.

5G

Il termine "5G" si riferisce letteralmente a "*fifth generation*", la quinta generazione di reti mobili, così specificate dal "Third Generation Partnership Project" (3GPP). Quali sono le differenze sostanziali con le precedenti 2G, 3G e 4G? Il 5G introduce significativi miglioramenti nelle prestazioni, oltre a essere fondamentale per l'IoT grazie alla maggiore capacità di gestire enormi volumi di dati. Le reti 5G possono elaborare circa 1.000 volte più dati rispetto ai sistemi odierni. In particolare, offrono la possibilità di connettere molti più dispositivi (es. sensori e *smart devices*). Si stima che entro il 2025 gli Stati Uniti, seguiti da Europa e Asia-Pacifica, diventeranno leader nell'adozione del 5G.[6.4] Inoltre, la transizione al 5G implica una nuova architettura di rete *end-to-end* e presenta diverse caratteristiche distintive che la rendono unica.

I cinque *drivers* funzionali del 5G, come definiti dall'International Telecommunication Union (ITU) nel 2018 e successivamente ripresi dal World Economic Forum (2019), possono essere riassunti come segue:[6.5] [6.6]

- **Banda Larga Mobile avanzata - Enhanced mobile broadband (eMBB)**
  Connessioni più veloci, maggiore velocità effettiva e maggiore capacità (fino a 10 Gbps). Consente un'estensione della copertura cellulare in strutture diverse (grandi sedi) e la capacità di gestire un numero maggiore di dispositivi utilizzando quantità elevate di dati.
- **Comunicazione a bassa latenza ultra affidabile - Ultra-reliable low latency communication (uRLLC)**
  Tempo ridotto per il caricamento dei dati dal dispositivo e il raggiungimento del suo obiettivo (1 ms rispetto a 50 ms per 4G). Connessioni sensibili al tempo in modalità wireless.
- **Sicurezza**
  Robuste proprietà di sicurezza, alta affidabilità e disponibilità. Crea una connessione ultra affidabile per supportare le applicazioni in cui il fallimento non è un'opzione.
- **Massive machine-type communications (mMTC)**
  Maggiore efficienza spettrale e distribuzione di piccole celle. Consente a un gran numero di connessioni di supportare applicazioni ad alta intensità di dati.
- **Efficienza Energetica**
  Requisiti di alimentazione efficienti per MIMO (Multiple Input, Multiple Output) e l'implementazione di *small cell*. Inoltre, consente costi inferiori e un notevole avanzamento nello sviluppo dell'IoT.

6.2. Perché sono importanti

IoT

L'industria e le istituzioni considerano l'IoT un'opportunità per il presente e il futuro, vista la massiccia e pervasiva digitalizzazione di molte operazioni quotidiane. Oltre alla capacità di aiutare a combattere i cambiamenti climatici e proteggere l'ambiente, l'IoT potrebbe avere un impatto sulla sostenibilità del pianeta in diverse aree, come l'uso intelligente delle risorse idriche e l'efficienza energetica. Secondo recenti stime, sei miliardi di litri di acqua vengono sprecati quotidianamente a causa di perdite non rilevate dall'invecchiamento delle infrastrutture idriche. Molte di queste perdite si verificano perché il 30% dei tubi ha un'età compresa tra i 40 e gli 80 anni.[6.7] Inoltre, l'irrigazione all'aperto costituisce circa il 60 percento dell'irrigazione e circa il 50 percento viene sprecato.[6.8] Le soluzioni di irrigazione intelligenti abilitate dalle tecnologie IoT consentono di risparmiare milioni di litri d'acqua all'anno irrigando solo quando non piove e quando il livello di umidità del suolo indica una necessità.

Altre domande riguardano il ruolo dell'IoT nel migliorare l'industria e la finanza ed i suoi corrispettivi vantaggi. L'utilizzo di sensori è già una realtà nel settore assicurativo e le banche stanno esplorando nuove sfide. Secondo il rapporto del World Economic Forum "IoT Guidelines For Sustainability"[6.9]: "L'IoT è senza dubbio uno dei maggiori fattori che abilitano una trasformazione digitale responsabile. Si stima che l'IoT industriale da solo possa aggiungere $14 trilioni di valore economico nell'economia globale entro il 2030".

5G

Alcuni miglioramenti significativi in campo industriale ai quali il 5G contribuisce sono, ad esempio:

- ispezioni più rapide ed efficaci attraverso l'intelligenza predittiva, soprattutto nell'industria manifatturiera;
- sicurezza sul lavoro e dei lavoratori (es. attraverso l'uso dei droni);
- maggiore efficacia a livello operativo, in particolare in relazione alla logistica e ai macchinari.

Poiché i cicli dei prodotti si accorciano a causa della rapida evoluzione delle richieste dei consumatori, i siti di produzione sono sottoposti a crescenti pressioni per riorganizzare le linee di produzione con breve preavviso. Sfruttando l'alta velocità e la capacità di connessione del 5G, più dispositivi e robot mobili autonomi trasportano automaticamente i componenti nel punto esatto richiesto, in base alla comunicazione con le apparecchiature della linea di produzione.

Nel contesto degli SDGs, il 5G risulta importante in molte aree chiave, principalmente contribuendo alla buona salute e al benessere, oltre che a migliorare le infrastrutture, promuovere l'industrializzazione sostenibile e favorire l'innovazione. Altre aree chiave in cui si crea valore sociale attraverso il 5G includono il consumo responsabile, la creazione di città e comunità sostenibili e la promozione del lavoro dignitoso.

6.3. Come funzionano in pratica

IoT

L'architettura dell'IoT è costituita da diversi livelli *(layers)* di tecnologie. Questi servono a illustrare come le varie tecnologie si relazionano tra loro, per comunicare la scalabilità, la modularità e la configurazione delle distribuzioni IoT in diversi scenari.

La funzionalità di ogni livello è descritta di seguito:

- **Smart device / sensor layer**
  Lo strato più basso è costituito da oggetti intelligenti integrati con sensori. I sensori consentono l'interconnessione del mondo fisico e digitale, permettendo la raccolta e l'elaborazione di informazioni in tempo reale. Esistono vari tipi di sensori con diverse finalità. I sensori hanno la capacità di effettuare misurazioni come temperatura, qualità dell'aria, velocità, umidità, pressione, flusso, movimento, ed elettricità. Inoltre, un sensore può misurare la proprietà fisica di un oggetto e convertirla in un segnale. I sensori sono raggruppati in base al loro scopo, come sensori ambientali, sensori del corpo, sensori degli elettrodomestici e sensori del veicolo, tra gli altri. La maggior parte dei sensori richiede la connettività ai *gateway* dei sensori. Questa può avvenire sotto forma di rete locale (LAN), come connessioni Ethernet e Wi-Fi, o *Personal Area Network* (PAN), come ZigBee, Bluetooth e *Ultra Wideband* (UWB).

  Per i sensori che non richiedono la connettività agli aggregatori di sensori, la loro connettività ai server / applicazioni *back-end* può essere fornita utilizzando Wide Area Network (WAN) come GSM, GPRS e LTE. I sensori che utilizzano una connettività a bassa potenza e bassa velocità di trasmissione dati, formano in genere reti comunemente note come reti di sensori wireless (WSN). Le WSN possono ospitare molti più nodi di sensori mantenendo un'adeguata durata della batteria e coprendo ampie aree.

- **Gateway e reti**
  Un enorme volume di dati verrà prodotto da sensori minuscoli e ciò richiede un'infrastruttura di rete cablata, o wireless robusta, ad alte prestazioni. Le reti attuali, spesso legate a protocolli molto diversi, sono state utilizzate per supportare le reti *machine-to-machine* (M2M) e le loro applicazioni. Con la richiesta necessaria per servire una gamma più ampia di servizi e applicazioni IoT come servizi transazionali ad alta velocità, sono necessarie più reti con varie tecnologie e protocolli di accesso per lavorare assieme in una configurazione eterogenea. Queste reti possono prendere la forma di modelli privati, pubblici o ibridi, e sono costruite per supportare i requisiti di comunicazione per latenza, larghezza di banda o sicurezza.

  Per *gateway* intendiamo microcontrollori, microprocessori e le reti *gateway* si riferiscono a WI-FI, GSM, GPRS, etc.
- **Management service**
  Questo *layer* rende possibile l'elaborazione delle informazioni attraverso analisi, controlli di sicurezza, modellazione dei processi e gestione dei dispositivi. L'IoT permette la connessione e l'interazione di oggetti e sistemi fornendo informazioni sotto forma di eventi o dati contestuali, come la temperatura delle merci, la posizione corrente e i dati sul traffico. Alcuni di questi eventi richiedono il filtraggio o l'invio a sistemi di post-elaborazione, come l'acquisizione di dati periodici, mentre altri richiedono la risposta a situazioni immediate, come la reazione alle emergenze sulle condizioni di salute del paziente.

  Le analisi, come quelle in memoria, consentono di memorizzare nella cache grandi volumi di dati nella Memoria ad Accesso Casuale (RAM), anziché su dischi fisici. L'analisi in memoria riduce i tempi di interrogazione dei dati e aumenta la velocità del processo decisionale. L'analisi in

streaming è un'altra forma di analisi in tempo reale che permette di prendere decisioni in tempi immediati. Con la gestione dei dati in questo layer è possibile accedere, integrare e controllare varie informazioni. Le applicazioni di livello superiore possono essere protette dalla necessità di elaborare dati non necessari e ridurre il rischio di violazione della privacy. Tecniche di *filtering* dei dati, anonimizzazione, integrazione e sincronizzazione vengono poi utilizzate per nascondere i dettagli e fornire soltanto le informazioni essenziali per le applicazioni pertinenti. Le informazioni possono essere estratte per fornire una visione aziendale per ottenere il maggiore riutilizzo in tutti i domini. La sicurezza deve essere applicata su tutte le dimensioni dell'architettura IoT, dal livello degli oggetti intelligenti fino al livello dell'applicazione. La sicurezza del sistema previene l'hacking e la compromissione da parte di personale non autorizzato, riducendo così la possibilità di rischi.

- **Livello applicazione**
  L'applicazione IoT copre ambienti e spazi "intelligenti" in domini quali i trasporti, l'edilizia, le città intelligenti, stile di vita, vendite, agricoltura, industria, emergenza, sanità, user interaction, cultura e turismo, ambiente ed energia.

5G

Velocità e latenza: questi sono i due termini chiave per descrivere le tecnologie che consentono miglioramenti nelle prestazioni che caratterizzano il 5G. Qui di seguito elenchiamo in dettaglio le caratteristiche che alimentano queste due proprietà:

- **Spettro delle onde millimetriche**
  Oltre allo spettro classico inferiore a 6 GHz utilizzato dalla maggior parte delle tecnologie di comunicazione wireless, il 5G opererà in uno spettro ad alta frequenza, da 28 GHz fino a 95 GHz. Questo intervallo è noto come "spettro dell'onda millimetrica" (mmWave). Rispetto alle precedenti tecnologie di rete cellulare, il 5G utilizzerà una banda di frequenze più ampia, evitando così la congestione. In confronto, il 4G funziona tipicamente nella gamma 700- 2600 MHz.
- **Massive MIMO & Beamforming**
  Come menzionato precedentemente, il 5G utilizza la tecnologia MIMO. "*Massive*" si riferisce a "*Large-Scale MIMO*" or "*Large-Scale Antenna Systems*". Questa tecnologia consiste in grandi formazioni di antenne, sia nella stazione base che nel dispositivo, per creare più percorsi per la trasmissione dei dati. Con la tecnologia MIMO, il 5G può raggiungere un'elevata efficienza spettrale e una migliore efficienza energetica. Il Beamforming è invece un sottoinsieme del MIMO. Il beamforming controlla la direzione di un fronte d'onda manipolando la fase e l'ampiezza dei segnali inviati da una singola antenna posta in una formazione di più antenne. In questo modo, il *beamforming* identifica il percorso più efficiente per fornire i dati a un ricevitore, riducendo l'interferenza con i terminali vicini. Inoltre, il 5G utilizza una tecnologia *full-duplex* che raddoppia la capacità dei collegamenti wireless a livello fisico. Con il *full-duplex*, un dispositivo è in grado di trasmettere e ricevere dati contemporaneamente utilizzando la stessa frequenza. Sulla base di queste nuove tecnologie, si prevede che il 5G possa migliorare i servizi periferici, supportare più casi d'uso, accelerare lo sviluppo di città intelligenti e migliorare l'esperienza dell'utente.
- **Small Cells (Piccole celle)**
  Il 5G comprenderà reti densamente distribuite di stazioni base in infrastrutture a piccole celle. Ciò consentirà una banda larga mobile avanzata e una bassa latenza, fornendo un'infrastruttura ideale per l'edge computing. Sebbene le celle piccole siano tipicamente utilizzate per coprire i punti caldi, esse diventano in realtà una necessità a causa delle onde radio ad alta frequenza (sopra 28 GHz) che non possono coprire la stessa area delle basse frequenze classiche (sotto 6 GHz).

- **Comunicazione da dispositivo a dispositivo (D2D)**
  Simile a Bluetooth e WiFi (cioè *WiFi-Direct*), il 5G consente ai dispositivi di comunicare tra loro direttamente, con un aiuto minimo dall'infrastruttura. Questa comunicazione da dispositivo a dispositivo (D2D) è una caratteristica chiave del 5G che ha il potenziale per accelerare lo sviluppo di applicazioni *edge-centric*. Ad esempio, nelle applicazioni automobilistiche, i veicoli potranno comunicare direttamente tra loro, riducendo così la latenza ed evitando il fallimento della connessione alla stazione base. Altri casi d'uso della comunicazione D2D sono l'apprendimento federato, in cui i dispositivi periferici potrebbero condividere i dati tra di loro, e la blockchain, in cui i dispositivi devono stabilire connessioni *peer-to-peer* (P2P).
- **Virtualizzazione**
  Oltre a vari miglioramenti a livello fisico, le reti 5G saranno altamente virtualizzate. Tra queste tecnologie distinguiamo il *software-defined networking* (SDN), la virtualizzazione delle funzioni di rete (NFV) e il *network slicing*. L'SDN è un approccio che separa il piano dati di rete (cioè il processo di inoltro dei dati) dal piano di controllo (cioè il processo di instradamento). Questa separazione porta a un processo di configurazione e gestione più semplice e a una maggiore flessibilità ed elasticità. Complementare a SDN, NFV utilizza sistemi *hardware* di base per eseguire servizi di rete tradizionali come *router* e *firewall*. Con NFV, la flessibilità della rete è notevolmente migliorata e il *time-to-market* è ridotto, a scapito di una minore efficienza rispetto all'*hardware* dedicato.
- **Network Slicing**
  Basate su SDN e NFV, le reti 5G utilizzeranno lo slicing di rete per le reti multiplex end-to-end virtualizzate su un'unica infrastruttura fisica. Separando gli operatori dell'infrastruttura e i fornitori di servizi, il 5G utilizzerà meglio le risorse *hardware* fornendo al contempo una gamma diversificata di servizi sia alle aziende che agli utenti finali. Tuttavia, tutte queste tecnologie di virtualizzazione pongono nuove sfide in termini di gestione della sicurezza e monetizzazione.
- **Miglioramenti nelle prestazioni**
  Rispetto al 3G e 4G, il 5G ha una latenza inferiore di circa 1 ms, una maggiore efficienza energetica e un *throughput*[6.10] di picco di 10-20 Gbps. L'aumento della larghezza di banda non solo supporterà una migliore esperienza utente, ma consentirà anche più dispositivi connessi, come droni, veicoli e occhiali AR. Mentre una stazione base 4G può sostenere solo circa 100.000 dispositivi, il 5G può supportare fino a un milione di dispositivi per chilometro quadrato. Una rete 5G è progettata per essere flessibile e adatta per l'implementazione edge, il che migliora ulteriormente la latenza *end-to-end* e l'esperienza utente complessiva. Nel contesto dei dispositivi IoT e dei loro casi d'uso, confrontiamo le specifiche delle principali tecnologie di comunicazione wireless. Il 5G ha quasi sempre le migliori caratteristiche, ad eccezione della latenza, dove le nuove generazioni di WiFi hanno specifiche simili. Tuttavia, la latenza WiFi mediana su un router 802.11n è di 0.9 ms e 6.22 ms, quando le frequenze di 5 GHz e 2,4 GHz vengono utilizzate rispettivamente per le misurazioni. Il 99° percentile sale a 7.9 ms e 58.9 ms per le due frequenze, rispettivamente. In pratica, le attuali implementazioni 5G mostrano latenze nell'intervallo di 6-40 ms, con *jitter* che arriva fino a 145 ms.

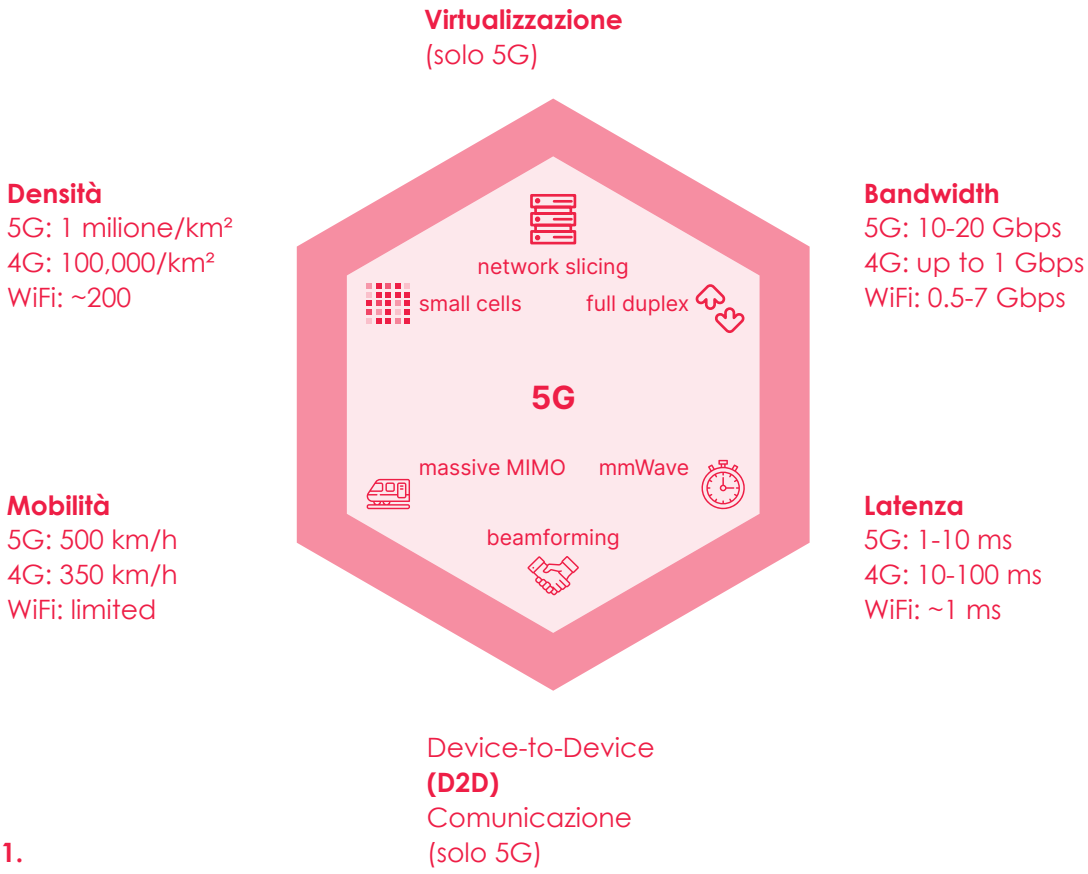


Figura 6.1.
Panoramica sul 5G.[6.11]

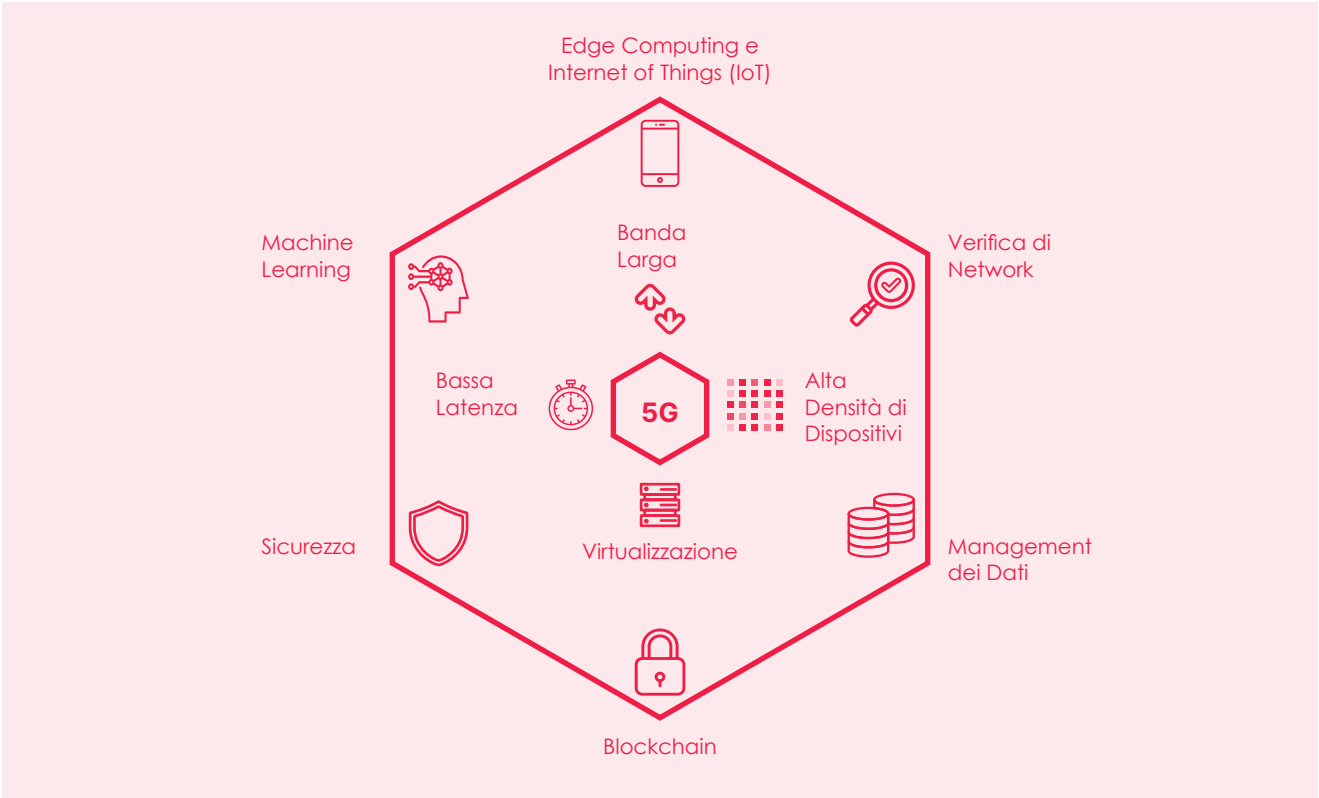


Figura 6.2.
Impatto del 5G sulle diverse aree.[6.12]

6.4. Linee guida di buon utilizzo

IoT

Una delle maggiori sfide allo sviluppo dell'IoT in un ambiente 5G è la nuova ondata di minacce alla sicurezza. Poiché il numero di dispositivi IoT connessi continua ad aumentare, vi è un rischio maggiore che i sistemi vengano attaccati da *malware* e *ransomware* per rubare dati sensibili o per eseguire attacchi *Distributed Denial of Service* (DDoS) , i quali sono più comuni con dispositivi IoT utilizzati nei sistemi di automazione e sicurezza a casa o nei veicoli. Questi sistemi possono essere compromessi, portando a minacce più gravi, come intrusioni domestiche o dirottamento di veicoli a distanza.

Un consiglio comune per garantire la sicurezza dei dispositivi IoT è quello di mantenere aggiornati il *firmware*[6.13] e le *patch* di sicurezza per evitare eventuali vulnerabilità sfruttabili dagli aggressori. Inoltre, gli utenti devono modificare periodicamente il loro account e la loro password predefiniti sui dispositivi IoT per impedire l'accesso non autorizzato. Infine, la trasmissione dei dati e la comunicazione tra i dispositivi o dai dispositivi alla rete 5G devono essere crittografati per evitare fughe di dati riservati.

La seconda sfida riguarda la privacy dei dati quando i dispositivi IoT hanno accesso a dati privati, come video di sorveglianza, abitudini quotidiane e dati sanitari. Sebbene gli utenti possano rivedere l'accesso di questi dispositivi, generalmente non possono controllare come questi dati vengono raccolti e utilizzati. Ad esempio, se gli utenti consentono alle applicazioni IoT di accedere ai propri dati, non sapranno quando i dispositivi inviano i dati a sviluppatori, inserzionisti o altre parti terze.

Per garantire la privacy dei dati, è necessario prendere in considerazione più soluzioni. Ad esempio, è importante impostare regolamenti, regole o leggi atte a garantire che i fornitori di servizi IoT e gli sviluppatori intraprendano le azioni necessarie per proteggere i dati sensibili degli utenti. Inoltre, è necessario configurare solide soluzioni di sicurezza nei dispositivi IoT per prevenire qualsiasi violazione o sfruttamento dei dati sensibili.

La terza sfida è rappresentata dal fatto che la maggior parte dei dispositivi IoT potrebbe non essere sufficientemente testata durante la produzione e potrebbe non ricevere abbastanza aggiornamenti *firmware* dopo la distribuzione. Ciò potrebbe essere dovuto alla forte concorrenza nel settore IoT in cui i produttori spesso si concentrano sulla produzione e vendita rapida di dispositivi non prestando sufficiente attenzione ai problemi di sicurezza. Ad esempio, molti produttori offrono solo aggiornamenti del *firmware* per i nuovi dispositivi, interrompendo l'aggiornamento dei dispositivi di vecchia generazione quando iniziano a lavorare su quella nuova. Questa cattiva pratica potrebbe lasciare i dispositivi IoT vulnerabili a potenziali attacchi a causa del *firmware* obsoleto. Per superare questo problema, i produttori sono incoraggiati a testare correttamente i propri prodotti e ad aggiornarli regolarmente. Inoltre, dovrebbero utilizzare linguaggi di programmazione sicuri e tecniche automatiche di test e verifica dei programmi per evitare potenziali bug durante lo sviluppo del prodotto.

Un quarto fattore è il costo di un abbonamento 5G per dispositivi IoT. Data la grande disponibilità di dispositivi, uno schema di prezzi lineare non rappresenta necessariamente un incentivo per l'adozione del 5G nell'IoT. Per sfruttare questa caratteristica al meglio, potrebbe tornare utile la distribuzione ibrida, in cui più dispositivi IoT si connettono a un *gateway* 5G, utilizzando protocolli tradizionali, come WiFi o LoRA.

5G

Per quanto riguardo le caratteristiche del 5G che hanno un impatto significativo sulla sicurezza e sulla privacy, c'è da considerare che il supporto per un numero enorme di connessioni aumenta l'area di attacco e fornisce una configurazione ideale per attacchi DDoS di grandi dimensioni. In secondo luogo, il *network slicing* e la virtualizzazione *end-to-end* rappresentano una sfida in termini di gestione della sicurezza in presenza di più fornitori di servizi. In questo contesto, sono necessari standard di sicurezza e modalità atte a garantire il consenso tra le entità partecipanti a una rete 5G.

Con la sua impressionante larghezza di banda e l'elevata densità dei dispositivi, il 5G consente di scaricare o caricare più dati da e/o verso il *cloud*. Tuttavia, questa attività esercita un'elevata pressione su entrambi i collegamenti di *backhaul* dalle stazioni base al resto dell'infrastruttura di rete dell'operatore e sulla spina dorsale di Internet, comprese le connessioni *inter-cloud*. Recenti misurazioni delle prestazioni di rete tra diverse regioni *cloud* mostrano che le connessioni attuali non sono pronte per le velocità del 5G. Risultano quindi necessarie una migliore connettività backbone e una strategia di *offload* dei dati intelligente *edge-fog-cloud* per far fronte alle richieste di servizi, spostamento dei dati ed elaborazione dei dati.

Inoltre, con l'esplosione del numero di IoT e dispositivi mobili connessi a Internet tramite 5G, c'è bisogno di nuovi servizi e modelli di business. Il 5G è considerato la rete ideale per connettere i dispositivi IoT, ma creare un abbonamento separato per ogni dispositivo potrebbe risultare scomodo per l'utente.

Dall'altra parte gli operatori dovranno investire in modo significativo per migliorare la propria infrastruttura di rete ed essere in grado di fornire servizi di qualità alla periferia. Oltre alla pressione dell'elevata larghezza di banda 5G sulla rete di *backhaul*, l'elevata mobilità specifica dei dispositivi mobili introduce nuove sfide nell'erogazione dei servizi e nella contabilità, nel contesto della virtualizzazione e dell'*edge computing*.

Infine, è importante concentrarsi brevemente sul potenziale impatto del *network slicing*. Come menzionato precedentemente, l'introduzione di questa innovazione costituisce una pratica potenzialmente rivoluzionaria dato che influirà notevolmente su modelli di business preesistenti attraverso la segmentazione di onde radio in diversi pacchetti di frequenza. In termini concreti, ciò significa che soluzioni ad-hoc e *on-demand* per ciascun utente potranno quindi essere create attraverso la segmentazione del network in *streams* parallele, grazie ad una Qualità dei Servizi (*Quality of Services* - QoS) senza precedenti.[6.14] Potenzialmente, dato che non siamo ancora in grado di comprendere pienamente l'entità reale del fenomeno 5G, questa pratica potrebbe tuttavia comportare la prioritizzazione di certi volumi di traffico rispetto ad altri. Di conseguenza, potremmo aspettarci un possibile orizzonte di conflitto legale con il Regolamento (UE) 2015/2120[6.15] – la cosiddetta *Open Internet Regulation* – che non garantisce, sotto l'art. 3(3), a fornitori di servizi di accesso a Internet, la possibilità di discriminare tra diversi pacchetti di dati, a prescindere dalla fonte e destinazione della comunicazione.[6.16]

6.5. Quali sono i trend di applicazione

IoT

Le potenziali applicazioni dell'IoT sono numerose e diversificate, e permeano praticamente tutte le aree della vita quotidiana di individui, imprese e società nel loro complesso. Come ribadito precedentemente, l'applicazione IoT copre ambienti e spazi "intelligenti" in domini quali trasporti, edilizia, città, stile di vita, logistica, vendite, agricoltura, emergenza, sanità, user interaction, cultura e turismo, ambiente ed energia. Di seguito sono quindi riportati i contesti applicativi IoT: smart living, smart cities, ambiente, industria, salute, energia, e agricoltura.

IOsL (Internet of smart Living)

- Apparecchi di controllo remoto: accensione e spegnimento degli apparecchi a distanza per evitare incidenti e risparmiare energia;
- Meteo: visualizzazione di condizioni meteorologiche esterne come umidità, temperatura, pressione, velocità del vento e livelli di pioggia con la possibilità di trasmettere dati su lunghe distanze;
- Elettrodomestici intelligenti: frigoriferi con schermo LCD che, per esempio, comunicano la data di scadenza del cibo, gli ingredienti da acquistare, e tutte le informazioni disponibili su un'app per *smartphone*. Un altro esempio è costituito dalle lavatrici che consentono di monitorare la biancheria da remoto e dalle cucine con interfaccia per un'app *smartphone* che consente il controllo della temperatura regolabile da remoto e il monitoraggio della funzione di autopulizia del forno;
- Monitoraggio della sicurezza: telecamere e sistemi di allarme domestico, tra cui sistemi di rilevamento delle intrusioni;
- Consumo di energia e acqua: monitoraggio dei consumi di energia e acqua per ottenere consigli su come risparmiare costi e risorse.

IOsC (Internet of smart Cities)

- Condizioni strutturali: monitoraggio delle vibrazioni e delle condizioni dei materiali in edifici, ponti e monumenti storici;
- Illuminazione intelligente adattabile a condizioni meteorologiche nei lampioni;
- Sicurezza: monitoraggio video digitale, gestione antincendio, sistemi di annunci pubblici;
- Trasporti: strade intelligenti che danno la possibilità di ricevere messaggi di avviso e deviazioni in base alle condizioni climatiche e a eventi imprevisti, come incidenti o ingorghi stradali;
- Smart Parking: monitoraggio in tempo reale della disponibilità di posti auto in città che consente ai residenti di identificare e prenotare gli spazi disponibili più vicini;
- Waste Management: rilevamento dei livelli di rifiuti nei contenitori per ottimizzare i percorsi di raccolta dei rifiuti. Bidoni della spazzatura e contenitori per la raccolta differenziata con etichette RFID consentono al personale sanitario di vedere quando i rifiuti sono stati depositati.

IOsE (Internet of smart Environment)

- Inondazioni fluviali: monitoraggio delle variazioni del livello dell'acqua in fiumi, dighe e bacini artificiali durante i giorni di pioggia;
- Protezione della fauna selvatica: collari di rilevamento che utilizzano moduli GPS/GSM per individuare e tracciare animali selvatici e comunicare le loro coordinate tramite SMS.

IOsI (Internet of Smart Industry)

- Gas esplosivi e pericolosi: rilevamento dei livelli di gas e delle perdite in ambienti industriali nei dintorni di fabbriche chimiche e all'interno delle miniere; monitoraggio dei livelli di gas tossici e ossigeno all'interno di impianti chimici per garantire la sicurezza dei lavoratori e delle merci; monitoraggio dei livelli di acqua, petrolio e gas in stoccaggio serbatoi e cisterne;
- Manutenzione e riparazione: le previsioni anticipate sui malfunzionamenti delle apparecchiature e la manutenzione del servizio possono essere programmate automaticamente prima di un guasto effettivo della parte installando sensori all'interno dell'apparecchiatura per monitorare e inviare rapporti.

IOsH (Internet of smart Health)

- Sorveglianza dei pazienti: monitoraggio delle condizioni dei pazienti all'interno degli ospedali e nelle case di riposo;
- Frigoriferi medici: controllo delle condizioni all'interno dei congelatori che conservano vaccini, medicinali ed elementi organici;
- Rilevamento delle cadute: assistenza per persone anziane o disabili che vivono in modo indipendente;
- Odontoiatria: spazzolino Bluetooth connesso con l'app per *smartphone* analizza la spazzolatura e fornisce informazioni sulle abitudini d'uso per informazioni private o per mostrare statistiche al dentista;
- Monitoraggio dell'attività fisica: sensori wireless posizionati sul materasso che rilevano piccoli movimenti, come la respirazione e la frequenza cardiaca, e grandi movimenti, come il rigirarsi durante il sonno, fornendo i dati disponibili tramite un'app sullo *smartphone*.

IOsE (Internet of smart Energy)

- Smart Grid: monitoraggio e gestione del consumo energetico, turbine eoliche;
- Centrali elettriche: monitoraggio e analisi del flusso di energia da turbine eoliche e centrale elettrica, e comunicazione bidirezionale con i contatori intelligenti dei consumatori per analizzare i modelli di consumo;
- Controller di alimentazione: controller per Alimentatori AC-DC che determinano l'energia richiesta e migliorano l'efficienza energetica con meno spreco di energia per gli alimentatori relativi a computer, telecomunicazioni ed applicazioni di elettronica di consumo;
- Installazioni fotovoltaiche: monitoraggio e ottimizzazione delle prestazioni negli impianti di energia solare.

IOsA (Internet of smart Agriculture)

- Greenhouses: controllo delle condizioni microclimatiche per massimizzare la produzione di frutta e verdura e la loro qualità;
- Compost: controllo dei livelli di umidità e temperatura in erba medica, fieno, paglia, etc. per la prevenzione di funghi e altri contaminanti microbici;
- Allevamento animale / monitoraggio: localizzazione e identificazione degli animali in pascoli aperti o ubicazione in grandi stalle. Questo sistema è basato sullo studio della ventilazione e della qualità dell'aria negli allevamenti e rilevamento di gas nocivi dagli escrementi;
- Cura della prole: controllo delle condizioni di crescita della prole negli allevamenti per assicurarne la sopravvivenza e la salute;
- Monitoraggio sul campo: riduzione del deterioramento e degli sprechi delle colture con un monitoraggio migliore, dati accurati e continui e la gestione dei campi agricoli, compreso un migliore controllo della fertilizzazione, dell'elettricità;
- Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico: controllo delle emissioni di CO2 di fabbriche, inquinamento emesso dalle auto e gas tossici generati nelle aziende agricole;
- Rilevazione incendi boschivi: monitoraggio della combustione gas e condizioni antincendio preventive per identificare e definire possibili zone di allerta;
- Monitoraggio meteorologico: monitoraggio delle condizioni meteorologiche come umidità, temperatura, pressione, velocità del vento e pioggia, e il rilevamento precoce dei terremoti;
- Qualità dell'acqua: studio dell'acqua idoneità in fiumi e mare per l'idoneità all'uso potabile, irrigazione.

5G

Il 5G, con le sue funzionalità rivoluzionarie, avrà un impatto su più domini dell'informatica e creerà nuovi casi d'uso. In questa sezione, presentiamo la nostra visione dei domini influenzati dal 5G, come l'*edge computing*, i dati sistemi di base, l'intelligenza artificiale e la sicurezza, tra gli altri. Nella sezione successiva, presentiamo alcuni casi d'uso in cui il 5G e le tecnologie correlate avranno un impatto significativo.

Settore manifatturiero

Trends del settore

- Ipercompetizione senza vantaggi competitivi sostenibili;
- Crescente volatilità dai cicli economici e dai cicli di vita dei prodotti;
- Progressi della fabbrica intelligente grazie agli sviluppi nell'IoT e nell'automazione;
- Necessità di connettere in sicurezza i sistemi su un'infrastruttura comune;
- Crescente domanda da parte dei consumatori di prodotti personalizzati;
- Domanda di prodotti più complessi da realizzare e fornire.

Casi d'uso

- Piano di Smart Factory;
- Collaborazione uomo-macchina (robot);
- Manutenzione predittiva;
- Digital Twins;
- Realtà aumentata;
- Realta virtuale;
- Digital Performance Management.

Possibili effetti e trasformazioni

- La manutenzione predittiva avanzata può portare a una maggiore disponibilità e produttività delle apparecchiature;
- La manutenzione a distanza riduce i costi delle operazioni;
- Digital Performance Management e le procedure operative standard digitali si traducono in una maggiore efficienza operativa;
- Produzione intelligente e automatizzata nelle fabbriche del futuro.

Mobilità

Trends del settore
- Guida autonoma e viaggiatore connesso con la telematica;
- Car sharing e cambiamento delle abitudini dei pendolari;
- Mobilità elettrica con l'agenda verde;
- Ecosistema di veicoli digitali;
- Infotainment in movimento;
- Urbanizzazione e intermodalità;
- Consapevolezza ambientale e spazi pubblici;
- Stile di vita urbano e aspettative crescenti sul trasporto pubblico.

Casi d'uso
- Digital twin (manutenzione predittiva);
- Platooning e automazione ad alta densità (C-V2X);
- Controllo intelligente del traffico;
- Monitoraggio remoto dello stato del veicolo;
- Media infotainment per auto;
- Taxi aviotrasportati;
- Vehicle-to-vehicle.

Possibili effetti e trasformazioni
- La mobilità autonoma migliora la produttività individuale (meno tempo speso per la guida);
- La mobilità verde e sostenibile riduce gli impatti ambientali.

Salute

Trends del settore
- Crescita dell'attenzione dei consumatori sul benessere;
- Aumento dei costi per soddisfare i cambiamenti socio-demografici;
- Crescente domanda di qualità, sicurezza del paziente e archiviazione dei dati;
- Modifica del comportamento dei consumatori, libertà di scelta e fornitori di servizi alternativi.

Casi d'uso
- Monitoraggio remoto del paziente;
- Internet delle competenze mediche / chirurgia a distanza;
- Trasferimento di immagini;
- Assistenza sanitaria abilitata per AR / VR;
- Uso dei droni nei servizi medici;
- Gestione della malattia;
- Dispositivi Wearebles e Ingestibles.

Possibili effetti e trasformazioni
- m-Health (mobile health) e la più ampia introduzione della telemedicina determinano una maggiore accessibilità a un'assistenza sanitaria di qualità;
- Le misure sanitarie preventive (dispositivi indossabili e ingeribili) portano a una riduzione dei costi sanitari a lungo termine.

Servizi finanziari

Trends del settore

- Fintech Disruption (tecnologia utilizzata, per supportare i servizi finanziari) a causa di pagamenti online, portafogli elettronici;
- Sfidare le relazioni con i clienti con le transazioni mobili online e soluzioni finanziarie personalizzate;
- Cambiamenti strutturali: coinvolgimento dello Stato, protezionismo e misure fiscali.

Casi d'uso

- Mobile banking al centro di tutte le transazioni bancarie;
- Consulenza finanziaria virtuale personalizzata;
- Depositi digitali, pagamenti e prestiti peer-to-peer;
- Cassiere remoto;
- Wearable devices per il pagamento;
- Internet di oggetti in movimento;
- Cellulare come portafoglio digitale.

Possibili effetti e trasformazioni

- Cicli di regolamento più brevi nei mercati dei capitali portano a una maggiore attività economica;
- Servizi personalizzati virtuali e portafogli mobili all-in-one migliorano l'esperienza del cliente.

Retail

Trends del settore

- Strategie di vendita al dettaglio omnicanale;
- Esperienza di vendita personalizzata;
- Crescente cultura dell'immediatezza;
- Crescente rilevanza dei digital mobile wallets;
- Spedizione e-commerce più veloce;
- Crescita e-commerce subscriptions.

Casi d'uso

- Consumatore AR / MR;
- Checkout automatizzato;
- Ottimizzazione del layout;
- Gestione dei rapporti con il cliente;
- Promozioni personalizzate in negozio;
- Prevenzione della riduzione delle scorte;
- Servizio clienti attraverso chiamate in 3d e ologrammi.

Possibili effetti e trasformazioni

- La prova prima dell'acquisto utilizzando AR / VR si traduce in una migliore esperienza per il consumatore;
- Gli annunci pubblicitari personalizzati in negozio portano a un aumento delle vendite.

Energia

Trends del settore
- Elettrificazione e generazione di energia rinnovabile;
- Nuovi modelli di business decentralizzati;
- Cambiamenti strutturali con asset sempre più ritirati;
- Spinta politica e sociale per sistemi energetici sostenibili;
- Risorse di produzione e trasmissione spesso situate in località remote;
- Necessità di un migliore coinvolgimento dei clienti.

Casi d'uso
- Smart grid;
- Capacità di monitoraggio dei droni;
- Gestione intelligente dell'energia;
- Rilevamento del pericolo e manutenzione;
- Veicoli elettrici;
- Contatori intelligenti;
- Illuminazione stradale intelligente.

Possibili effetti e trasformazioni
- Impianti più piccoli dipendenti da energie rinnovabili e le reti intelligenti migliorano l'affidabilità e la disponibilità;
- L'integrazione dal lato della domanda con i fornitori sblocca opportunità commerciali per i fornitori;
- La digitalizzazione delle reti del gas porta a un processo decisionale più rapido, riducendo al minimo le potenziali perdite.

Intrattenimento/ Media

Trends del settore
- Consumatori di contenuti che agiscono come co-creatori di contenuti;
- Forme di intrattenimento sempre più interattive e coinvolgenti;
- Una nuova dimensione sensoriale per l'intrattenimento;
- Espansione dei contenuti digitali attraverso nuove piattaforme e attori del mercato;
- Complessità dell'ecosistema.

Casi d'uso
- Applicazioni multimediali immersive (altissima definizione, AR, VR);
- Esperienze live in-stadium;
- Tute aptiche connesse;
- Display olografici 3D;
- Gaming (AR e cloud gaming);
- Abbonamenti per l'intrattenimento in auto;
- Media in-venue.

Possibili effetti e trasformazioni
- Le interazioni alimentate dai contenuti che accendono le connessioni emotive portano a un aumento della spesa dei clienti;
- Il consumatore come co-creatore di contenuti si traduce in un maggiore coinvolgimento dei consumatori;
- La gamification è indotta in altri settori.

6.6. Casi studio di applicazioni IoT & 5G for Good

6.6.1. Casi studio

Climb

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Dato il costante aumento della popolazione urbana negli anni a venire, è fondamentale riuscire a raggiungere un compromesso fra crescita economica e benessere collettivo. Nello specifico, i minori sono in una posizione centrale nel processo di urbanizzazione dato che, da una parte, sono posti in una condizione di insicurezza dinanzi ai rischi posti dall'estensione urbana, come, ad esempio, quelli rappresentati dalla sicurezza stradale e inquinamento ambientale. Dall'altra, in quanto cittadini e cittadine del futuro, sono i primi testimoni di un processo di cambiamento collettivo del vivere insieme, specialmente in spazi ridotti come quelli cittadini.

La soluzione individuata.
In quest'ottica, Climb permette di integrare varie tecnologie trasformative - come l'IoT, e la gamificazione della realtà - al servizio della comunità, specialmente per garantire una mobilità dei minori più sicura ed indipendente. Il progetto è attualmente nella sua prima fase di realizzazione nella scuola di Meano, con un focus specifico sull'utilizzo del piedibus come mezzo di trasporto verso gli istituti scolastici. Ad esempio, le tecnologie E3DA e ES permettono ai semafori di riconoscere autonomamente i minori alla fermata delle strisce pedonali, grazie ad un'analisi "live" del loro comportamento. Viceversa, sensori posti in posizioni strategiche riescono ad individuare e monitorare il volume di traffico giornaliero e segnalare potenziali situazioni di pericolo, come i punti di attraversamento pedonale nei pressi delle scuole.

Impatto
Grazie al progetto CLIMB, il comune di Trento ha ricevuto un importante riconoscimento dall'associazione "Comuni Virtuosi d'Italia", dato il miglioramento significativo nella mobilità sostenibile cittadina. Allo stesso modo, la scuola primaria "San Vigilio" del comune di Vela ha adottato un sistema simile basato su tre itinerari diversi per raggiungere l'istituto scolastico.

Sapience

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Sapience è un progetto finanziato dall'EIT Climate KIC con l'obiettivo di incentivare un'agricoltura virtuosa capace di promuovere sostenibilità ambientale e la salvaguardia di risorse naturali fondamentali, come quelle idriche. Nello specifico, recenti Direttive Europee sul cambiamento climatico hanno posto una maggiore enfasi sull'importanza del settore agricolo per il "Green Deal", in particolare in termini di sfruttamento ambientale. Questa iniziativa cerca infatti di trovare un giusto compromesso fra sostenibilità ambientale e produzione agricola.

La soluzione individuata.
Attraverso l'integrazione di tecnologie dell'IoT e blockchain, Sapience promuove la distribuzione automatica di incentivi per un uso più efficiente e sostenibile delle risorse idriche, specialmente per agricoltori "green". In pratica, questo avviene attraverso il raccoglimento di prove ed esempi con lo scopo di divulgare informazioni riguardo a vantaggi futuri dovuti da un comportamento virtuoso, fra i quali spicca anche l'ottenimento immediato di premi in denaro. Per quest'ultima parte, SAPIENCE utilizza un sistema basato sulla blockchain che, collegato con sensori e attuatori IoT, attiva l'esecuzione periodica di contratti intelligenti volti a distribuire incentivi per una produzione agricola più sostenibile.

Impatto
La sperimentazione è attualmente in atto in diversi siti pilota distribuiti fra il Trentino Alto-Adige e l'Emilia Romagna, dedicati alla produzione di vino e prodotti orticoli.

Tuttavia, la sfida è tutt'altro che banale dato che il progetto Sapience intende dimostrare come semplici cambiamenti comportamentali nel settore agricolo possono essere sostenuti dalle parti interessate alla produzione, senza influire sulla qualità finale del prodotto nonostante il minore utilizzo di risorse idriche. I benefici ottenuti sono a loro volta reinvestiti in questo sistema per incentivare un cambiamento comportamentale fra i produttori.

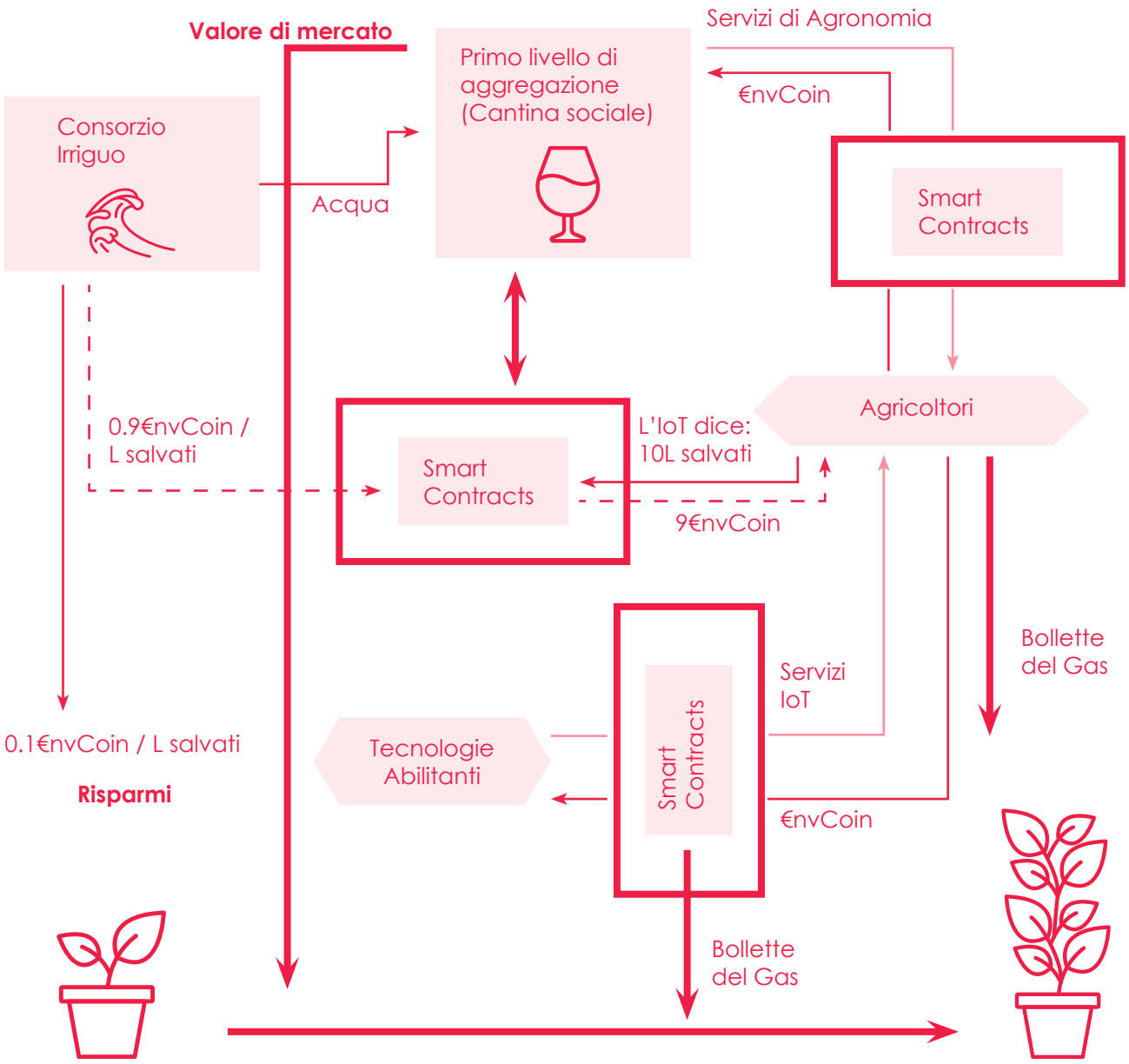


Figura 6.3.
Rappresentazione del modello Sapience.[6.17]

Carmen 5G

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Come individuato dall'obiettivo 13, la lotta contro il cambiamento climatico può essere perseguita solamente attraverso una riconcettualizzazione dell'impatto ambientale derivante dall'utilizzo di mezzi di trasporto. Questi possono operare su scala urbana, come nel caso della micro-mobilità cittadina, o a livello intra ed internazionale, come per il corridoio Bologna-Monaco. In questa area geografica, Carmen 5G promuove lo sviluppo di un network autonomo ed ibrido che consente a veicoli dotati di gamma 5G di comunicare informazioni relative al traffico su strada. L'obiettivo finale, seppur ambizioso, è di favorire lo sviluppo di trasporti autonomi intelligenti su strada attraverso l'utilizzo di dati.

La soluzione individuata.
Carmen 5G garantisce una piattaforma di sviluppo dove vari veicoli dotati di 5G possono scambiare dati relativi al traffico su strada per neutralizzare potenziali situazioni di pericolo. Queste informazioni, oltre ad essere comunicate nel momento stesso di pericolo, possono anche essere utili a *back-end developers* per allenare macchine autonome ad evitare, ed eventualmente risolvere, potenziali situazioni di questo genere. Infine, la raccolta di questi dati può anche servire alla promozione di stili di guida più "*green*" e alla regolamentazione del traffico stradale a basso impatto ambientale.

Impatto
Carmen 5G intende migliorare la comunicazione tra veicoli (*vehicle to vehicle* - V2V) e tra reti stradali (*vehicle to infrastructure* - V2N). Il progetto coinvolge diversi settori industriali Europei, università di rilievo, e PMI innovative che sono impegnate nello sviluppo della rete 5G nell'arco di 600 km di autostrada fra Monaco e Bologna. Nello specifico, questo processo ha finora permesso la creazione di KPIs e di un'architettura di rete fra Italia, Austria e Germania, con lo scopo di garantire una connessione continua nel momento di cambio del *Public Land Mobile Network* (PLMN).

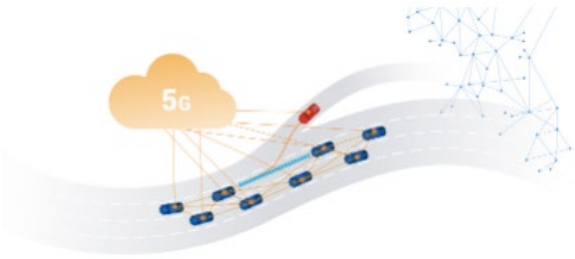


Figura 6.4.
Caso d'uso di 5G Carmen.[6.18]

6.6.2. Spunti di approfondimento

Janus System for Social Distancing 	Janus è una tecnologia sviluppata dall'Università di Trento e Fondazione Bruno Kessler che misura il corretto distanziamento sociale fra utenti utilizzando la radio a banda ultra larga e il bluetooth a basso consumo.
Project DIVA 	Project DIVA promuove lo sviluppo di un nuovo paradigma Digitech applicato al settore agroalimentare, ambientale e della silvicoltura attraverso l'utilizzo di nuove tecnologie IoT.
Cyrcadia Health 	Cyrcadia Health ha sviluppato il Cyrcadia Breast Monitor, un dispositivo indossabile non invasivo e non radiogenico che cattura alterazioni del ritmo termo-circadiano, con lo scopo di rilevare precocemente eventuali anomalie del tessuto mammario. I dati vengono poi trasmessi grazie alla tecnologia IoT in modalità *wireless* al telefono cellulare dell'utente, per poi essere condivisi in modo sicuro con la figura medica di riferimento.
Farmerline 	Farmerline è un'azienda che sviluppa soluzioni per rendere la *supply chain* agricola più accessibile ed efficiente, semplificando le transazioni e fornendo agli agricoltori che la utilizzano informazioni, servizi di formazione e risorse che andranno ad aumentare il loro rendimento. Tramite i dati raccolti grazie all'utilizzo di IoT, infatti, gli agricoltori possono ridurre gli sprechi, migliorare le operazioni e rendere più efficienti le catene di approvvigionamento.

Note

6.1. F. Antonelli & P. Bellutti. (2020). Sensori, Internet of things e intelligenza artificiale per la casa. Rivista dell'Ordine degli Architetti PPC della provincia di Trento, n. 2. https://www.architettitrento.it/uploaded/bollettino/2_2020.pdf

6.2. L'*ubiquitous computing* consiste nell'elaborazione continua di informazioni raccolte grazie all'attività costante di dispositivi digitali intelligenti, la cui interconnessione rende la comunicazione e lo scambio di dati più facili ed efficienti.

6.3. Il *cloud computing* è la fornitura di servizi informatici—tra cui server, storage, database, rete, software, analisi e intelligence—ospitati sulla rete Internet ("il cloud").

6.4. Licata, P. (2021, January 4). Il 2021 delle telecomunicazioni: 5G, open Ran e imprese digitali. CorCom. https://www.corrierecomunicazioni.it/?p=187325

6.5. World Economic Forum. (2020). The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society. http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Impact_of_5G_Report.pdf

6.6. ITU. (2018). Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges. https://www.itu.int/en/ITU-D/Documents/ITU_5G_REPORT-2018.pdf

6.7. STAT. (2020). Censimento delle acque per uso civile. https://www.istat.it/it/files/2020/12/StatReport-CensAcque2018.pdf

6.8. Legambiente. (2008). La gestione sostenibile dell'acqua in agricoltura. https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/dossierAcqua_in_agricoltura_0000000938.pdf

6.9. World Economic Forum. (2018). Internet of Things Guidelines for Sustainability. http://www3.weforum.org/docs/IoTGuidelinesforSustainability.pdf

6.10. Il throughput è una metrica utilizzata per misurare la velocità alla quale vengono processate le informazioni.

6.11. Loghin et al. (2020) Disruptions of 5G on Data-Driven Technologies and Applications. *IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING*, VOL. 32, NO. 6

6.12. Ibid.

6.13. Il firmware è un software programmato in un dispositivo *hardware*, come tastiere, hard disk, o schede video. È programmato per dare istruzioni al dispositivo in questione che serviranno a questo per comunicare con altri dispositivi ed eseguire funzioni come attività di input/output di base. Il firmware è in genere memorizzato nella flash ROM (Read Only Memory) di un dispositivo *hardware*.

6.14. Alén-Savikko, A. (2019). Network neutrality in the era of 5G – a matter of faith, hope, and design. *Information & Communications Technology*, 28(2), 115-130.

6.15. Regulation (EU) 2015/2120 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 laying down measures concerning open internet access and amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services and Regulation (EU) No 531/2012 on roaming on public mobile communications networks within the Union (Text with EEA relevance), Pub. L. No. 32015R2120, 310 OJ L (2015). http://data.europa.eu/eli/reg/2015/2120/oj/eng

6.16. Yoo, C. S. & Lambert, J. (2019). 5G and Net Neutrality (SSRN Scholarly Paper ID 3429948). Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/ssrn.3429948

6.17. Sapience. (n.d.). Soluzione. Accesso effettuato il 27 January 2021: https://sapience-it.fbk.eu/soluzione

6.18. 5G CARMEN. (n.d.). Use cases. 5G CARMEN. Accesso effettuato il 27 Gennaio 2021: https://5gcarmen.eu/use-cases/

7

Realtà Virtuale e Aumentata

A cura di Uqido

7.1. Cosa sono la Realtà Virtuale e la Realtà Aumentata

La Realtà Aumentata (AR) e la Realtà Virtuale (VR) sono tecnologie emergenti di un settore industriale in crescita che deve ancora esprimere il suo pieno potenziale. Queste due tecnologie condividono la particolarità di veicolare contenuti e trasmettere emozioni in un modo del tutto nuovo, diverso da qualsiasi altro medium di comunicazione, con regole e modalità d'uso differenti e spesso ancora inesplorate.

La differenza principale risiede nel metodo di utilizzo: la AR viene utilizzata per aumentare la realtà circostante unendo il digitale al contesto fisico, mentre la VR immerge del tutto l'utente in ambienti virtuali.

Entrambe fanno parte della *Industry 4.0* e sono alla base della Quarta Rivoluzione Industriale. Il loro esordio deriva dal *gaming*, settore principalmente *consumer*, usato come trampolino di lancio per far conoscere la tecnologia, in modo particolare e più incisivo per la VR che, a differenza della AR, può funzionare solo ed esclusivamente su un dispositivo dedicato. La AR ha fin da subito trovato una sua strada fuori dal *gaming* essendo più versatile: si può utilizzare con *smartphone*, device dedicati e altre, meno usate, forme di "aumento" di informazioni, come ambienti con aree dedicate.

Oggi la VR si sta finalmente avvicinando alla "maggiore età", essendo sopravvissuta alle fase problematica del famoso "*ciclo dell'hype*", il picco dell'aspettativa gonfiata e della fase da "depressione della disillusione" riscontrabile in molte tecnologie per le quali le aspettative del pubblico sono nettamente più alte di quelle che si rivelano poi essere le reali possibilità di applicazione. La AR, invece, aspetta ancora il suo *hardware* dedicato: l'utilizzo tramite *smartphone* è solo l'inizio, e gli occhiali finora prodotti sono ancora dei prototipi, ottimi sotto certi aspetti, specie per settore R&D e industriale, ma non adatti ad un mercato di massa sia *consumer* che *business*.

In questo caso, i pronostici danno Apple come l'azienda che sarà in grado di introdurre una vera novità di mercato, con i suoi occhiali dedicati il cui arrivo è previsto tra il 2021 e il 2022. Lo scanner LiDAR, oggi presente su iPhone di fascia alta, è la migliore tecnologia *consumer* per la AR, in grado di tracciare l'ambiente circostante fino a 5 metri e creando una *mesh* dell'ambiente circostante - ovvero una ricostruzione 3D. La tecnologia LiDAR è usata da diversi anni in vari campi,ad esempio in archeologia o per la guida autonoma, e sarà probabilmente una delle chiavi per la prossima generazione di *device* dedicati all'AR.

7.2. Come funzionano in pratica

7.2.1. Realtà Aumentata

L' AR è un'esperienza interattiva progettata per essere applicata in un contesto reale, dove gli oggetti fisici vengono "aumentati" con informazioni aggiuntive: ad esempio, possiamo far comparire del testo vicino ad un quadro, far sentire una voce narrante o animare e interagire con il quadro tramite l'aggiunta di modelli 3D. Così facendo, lo strato "virtuale" si amalgama al reale senza alcun limite all'esplorazione.

Il funzionamento della AR si basa sul riconoscimento dell'ambiente circostante, un aspetto che rappresenta sia la base della tecnologia che il suo collo di bottiglia. Per poter ancorare un asset digitale ad un oggetto reale ci sono varie metodologie. In sintesi possiamo riconoscere:

- un'immagine, che permette agli oggetti virtuali di avere un preciso riferimento nello spazio;
- un piano sopra cui posizionare gli oggetti;
- un oggetto stesso, che può così essere animato.

Le applicazioni in AR possono essere sviluppate per diversi hardware, come ad esempio:

- *smartphone* (APP);
- *smartphone* (WEB), con API dedicate integrate nel sito internet, con il vantaggio di non richiedere il download di app seppur attualmente la tecnologia meno performante, mancando della potenza di calcolo che possiamo ottenere sviluppando una app nativa;
- dispositivi dedicati (caschi, occhiali e visiere) come "Hololens" di Microsoft, "Magic Leap", "Nreal" e diversi altri prototipi più o meno simili.

Al di fuori di queste principali categorizzazioni, nel reame della AR risiedono anche altre soluzioni tecniche come videoproiezione e schermi trasparenti, che hanno sempre il medesimo scopo: aumentare le informazioni del mondo circostante.

La scelta di cosa utilizzare, quale hardware adottare, deriva sempre e solo da un fattore: il target di riferimento, ovvero a chi è rivolta la tecnologia, dove e perchè.

7.2.2. Realtà Virtuale

La VR è un'esperienza interattiva fruibile all'interno di un ambiente virtuale dove l'utente viene immerso completamente attraverso l'utilizzo di dispositivi dedicati: i visori (altrimenti detti "caschi" o "cuffie").

Esistono diverse tipologie di visori, i quali differiscono sia per specifiche tecniche (come ad esempio potenza, risoluzione, frequenza di aggiornamento) che per design e possibilità di interazione.

Inizialmente caratterizzata da un costo molto elevato e pertanto di nicchia, tanto che i primi visori richiedevano tassativamente performanti "*workstations*" dal costo di alcune migliaia di euro, la VR oggi sta finalmente entrando nelle disponibilità del mercato di massa, grazie agli ultimi modelli che uniscono totale libertà di movimento (assenza di alcun filo e collegamento a computer) con un notevole salto in avanti prestazionale.

Un concetto di primaria importanza parlando di VR è quello dei **gradi di libertà**, ovvero la libertà di movimento, che possono essere 3 o 6.

Nel primo caso, l'utilizzatore godrà di un'esperienza fino a 3 gradi di libertà, comunemente riassunto in 3dof (acronimo di *degrees of freedom*): in questo caso non è del tutto possibile "muoversi" nello spazio virtuale, dato che l'utilizzatore può solo cambiare la direzione in cui guarda, assecondando i movimenti della testa e non del corpo. I visori a tre gradi di libertà si usano solitamente da seduti e rappresentano la soluzione ottimale per la fruizione di video immersivi a 360°.

I visori con sei gradi di libertà **6dof** offrono una esperienza molto simile a quella reale: ogni spostamento reale corrisponde ad uno spostamento virtuale. Quindi, muovendosi all'interno di una stanza, ci si muoverà anche nell'ambiente virtuale corrispondente.

I visori di fascia bassa, comunemente strutture di cartone o plastica dotate di particolari lenti che permettono di sfruttare il proprio smartphone come schermo, sono generalmente poco costosi, al contrario dei visori con 6dof che però offrono in cambio un'esperienza più ricca e genuina.

Questi ultimi si dividono in visori "classici" da collegare a un PC - soluzione più costosa ma che può godere di un'elevatissima potenza di calcolo e conseguentemente qualità - o soluzioni "*stand alone*", come il modello "Oculus Quest" di Facebook, buon compromesso tra costo e qualità dei contenuti caratterizzato da portabilità e assenza di ogni intralcio dovuto alla mancanza di qualsivoglia cavo necessario.

All'interno di un'esperienza VR, l'utente viene coinvolto attraverso due principali tipologie di feedback: **visivo** e **sonoro**.

Altri *feedback*, importanti ma non strettamente necessari, possono essere quello tattile, generato ad esempio attraverso le vibrazioni di un controller con sensore aptico o tramite il controllo di dispositivi esterni come ventilatori, e quello olfattivo, tramite l'utilizzo di diffusori di profumo. *Feedback*, questi ultimi, che richiedono il setup di sistemi e *trigger* ad-hoc che fanno uso di un'ulteriore tecnologia come l'IoT.

7.3. Perché sono importanti

VR e AR sono medium caratterizzati da un potenziale unico: escono dalla logica classica tipica di tv e schermi che prevedono un'assimilazione dei contenuti perlopiù passiva da parte degli utilizzatori, permettendo all'utente non solo di vivere in prima persona ciò a cui assiste, ma di poterci interagire senza alcun limite.

Il design di questa tipologia di esperienze mette al centro l'utente, che può essere spinto a compiere azioni non solo durante l'esperienza ma anche a seguito dell'esperienza.

Possiamo definire tre livelli di astrazione quando si progettano esperienze:
- un livello astratto composto da emozioni;
- un livello intermedio composto da azioni;
- un livello pratico composto da regole.

Il livello in cui "vive" l'utente è quello più astratto, cioè, un livello dove ogni azione genera un'emozione. Prendiamo ad esempio un'esperienza di VR in cui l'utente deve lanciare un sasso per colpire un oggetto distante e romperlo: l'utente sarà "felice" e "soddisfatto" per aver centrato l'obiettivo. In alternativa immaginiamo un'esperienza di AR dove chi ne fa uso inquadra una fotografia la quale si trasformerà in un "personaggio parlante": l'utente proverà grande sorpresa nel vedere una foto parlare.

Le emozioni sono generate da un'azione, o una serie di azioni, che l'utente compie e ripete nel tempo durante l'esperienza: questo processo prende il nome di "dinamica del comportamento", che si trova in un livello intermedio tra le emozioni e le regole, tra

l'esperienza dell'utente e i limiti imposti in fase di design nell'esperienza AR/VR, oltre i quali non può andare. Ad esempio non è possibile inquadrare tutte le fotografie e animarle ma solo quelle all'interno di un percorso prestabilito; non è possibile lanciare i sassi in VR e distruggere qualsiasi cosa, ma solo gli oggetti prestabiliti.

Le regole delle singole esperienza sono definite in fase di design, generalmente pensate per portare l'utente a compiere azioni che si vogliono cristallizzare nella sua memoria. Ipotizziamo di voler sensibilizzare una persona al problema della plastica sulle spiagge: potremmo ottenere questo risultato attraverso un'esperienza VR, trasformando in un gioco la pulizia di una spiaggia e quindi appagando l'utente con sensazioni positive durante l'esperienza. Così facendo, questa esperienza rimarrà impressa nella mente dell'utente con la speranza di cambiare il suo comportamento e la sua sensibilità verso queste tematiche e portando ad agire in maniera simile anche nel mondo reale.

Analogamente, possiamo immaginare un'esperienza VR finalizzata alla vendita di un'auto: possiamo mettere l'utilizzatore in condizione di guidare diversi veicoli con diverse configurazioni modificabili in tempo reale. Se ne risulterà un'esperienza positiva, si potrà con una certa fiducia spingere l'utente all'acquisto o a chiedere più informazioni.

Le stesse dinamiche valgono per la AR, dove similmente possiamo eliminare le frizioni all'acquisto di un oggetto o un servizio poichè ne possiamo carpire fedelmente le dimensioni, caratteristiche e funzionamento così come se lo stessimo analizzando dal vivo.

Saper veicolare le emozioni partendo dalle regole che impostano una esperienza potrebbe essere la chiave per:

- formazione a distanza;
- training su macchinari, situazioni e procedure
- complessi;
- sistemi di teleassistenza;
- veicolare i contenuti di un museo e tantissime altre applicazioni.

Spiegare il modo in cui le emozioni vengono veicolate può essere un modo utile per raccontare come la tecnologia possa essere utile e dimostrare il suo valore aggiunto.

Oltre le emozioni, la VR e la AR sono utilissime per il training aziendale e l'educazione. Guidare un operaio verso la giusta procedura di utilizzo di un macchinario complesso può sembrare meno un processo emozionale e più uno di semplificazione del lavoro. Tuttavia, portando questo discorso dal piano pratico a quello astratto, capiamo che la semplificazione dei processi industriali è un'emozione, che non fa parte dello spettro di emozioni quali gioia o sorpresa ma dello spettro delle emozioni dell'interesse, dell'aspettativa.

A livello astratto, le esperienze sono emozioni che si declinano in tutti i campi per diversi scopi, per generare le dinamiche che portano ad un obiettivo che spazia dall'apprendere, al semplificare e al divertire.

7.4. Linee guida di buon utilizzo

La VR è una tecnologia "personale": è in grado di far vivere esperienze forti ad una singola persona, ma in cambio richiede spazi adatti al suo utilizzo e relative precauzioni. Data la specifica modalità di fruizione di questo *medium*, è inoltre auspicabile che la durata delle esperienze non superi la soglia dei 5-10 minuti.

Essendo la VR e la AR delle tecnologie giovani, non esistono molti standard di progettazione, e a seconda dell'esperienza di sviluppatori e sviluppatrici, non è difficile incappare in esperienze che provocano un senso di nausea all'utente finale - la cosiddetta "*motion sickness*", sensazione che dipende anche dal più o meno elevato grado di sensibilità di alcune persone. "La nausea da realtà virtuale" è innescata da un corto circuito: i nostri occhi registrano un movimento nello spazio, ma il corpo è fermo e l'orecchio interno non percepisce alcun movimento. Il cervello confonde questo stato con uno stato simile all'avvelenamento e, di conseguenza, genera la sensazione di nausea per portare il corpo ad espellere eventuali sostanze.

In linea generale bisogna evitare movimenti bruschi, frenate improvvise, così come accelerazioni non graduali. Esistono moltissime situazioni da evitare che solo un designer esperto di esperienze VR e tanto testing possono evitare, così da non causare all'utente ricordi "indimenticabili".

La AR deve invece evitare il rischio di essere tratta come un sito web o una normale app. Le regole di interazione in questo frangente sono molto simili ai videogiochi 3D, dove l'utente familiarizza e controlla gli oggetti 3D nello spazio in modo molto immediato.

Con la AR vogliamo aggiungere elementi alla realtà per renderla più ricca di informazioni, senza però complicarla; un processo che parte, anche in questo caso, dal design.
È importante veicolare e proporre qualsiasi elemento con un chiaro collegamento al suo contesto e non come un pezzo separato. Come per la VR, anche in questo caso è fondamentale progettare ogni esperienza tenendo al centro del processo di sviluppo le necessità dell'utente finale.

Qualunque sia l'obiettivo che ci si propone di raggiungere, un'operazione fondamentale è quella di indagare i bisogni latenti di coloro che useranno la tecnologia, così da poter decidere in maniera efficace quali livelli della realtà circostante siano da aumentare.

A differenza di un sito web o di una comune app per smartphone, il design di un'esperienza di AR è concettualmente molto più complesso: essendo legata all'ambiente circostante, l'utente può utilizzarla ovunque, uscendo quindi dai confini classici delle più comuni "*user interfaces*".

Se vogliamo consentire agli utenti di vivere esperienze AR nel mondo reale, abbiamo la responsabilità di garantire che tali esperienze non mettano in pericolo chi ne fa uso.
Per garantire la sicurezza, dobbiamo assicurarci che il mondo reale abbia la priorità sui contenuti AR: per questo motivo un'esperienza AR equilibrata non dovrebbe soppiantare la percezione della realtà da parte dell'utente finale.

Infine dobbiamo bilanciare i due mondi, reale e virtuale. L'AR che si concentra troppo sul virtuale alla fine ridurrà l'esperienza dell'utente e la capacità di concentrarsi sul contesto reale. Per garantire che l'esperienza presenti il giusto bilanciamento, dobbiamo tenere a mente alcune linee guida e dare un senso sia al mondo fisico che a quello virtuale, dato che a volte il mondo fisico è interpretato solamente in chiave di posizionamento di oggetti, mentre lo si potrebbe sfruttare in maniera più interattiva.

7.5. Quali sono i trend di applicazione

AR e VR svolgono un ruolo primario in diversi ambiti, tra i trend più importanti di oggi troviamo:

- training del personale;
- sicurezza;
- architettura;
- arte;
- progettazione;
- presentazione di prodotti;
- eventi;
- educazione;
- medicina.

Il maggiore utilizzo di AR e VR è dovuto alla crescente fusione delle tecnologie con l'IA. Tale fusione consente di migliorare il riconoscimento di oggetti per creare applicazioni che vadano oltre l'identificazione di piani e immagini così come per il riconoscimento di parti del corpo, viso, piedi e mani tra tutte.

Ciò permette, in base al tipo di oggetto identificato, di mostrare di volta in volta un contenuto diverso: la AR è una tecnologia che mira a fondersi con il mondo reale e il miglior modo per farlo è riconoscerlo senza incertezze.

Un campo destinato a trarre enormi vantaggi dal progresso delle tecnologie VR e AR è l'istruzione. In diversi campi educativi, sia nella scuola primaria che in un'università di medicina, il corpo insegnante si rivolge sempre più alla tecnologia della VR per aiutare a fornire un migliore standard di istruzione. La VR offre una lezione più visiva e coinvolgente. Il costo nel creare un contenuto, con una buona strategia di divulgazione, potrebbe essere recuperato da migliaia di visualizzazioni. La chiave per l'educazione e la VR è creare contenuti per tutti con lo scopo di rientrare negli "elevati" costi di produzione.

Una tendenza in aumento nel mondo VR e AR vedrà l'uso della tecnologia per creare eventi sportivi più coinvolgenti. Mentre gli stadi e gli eventi hanno una capacità specifica, una migliore tecnologia VR consente di trasmettere eventi sportivi in tutto il mondo, con i fan e le fan che si avvicinano all'azione più di quanto potrebbero mai fare nella vita reale.

Un altro settore che sta per adottare sempre di più tecnologie VR e AR è quello dello shopping e della vendita al dettaglio. Le società di vendita al dettaglio stanno cercando soluzioni di AR e VR per fornire nuove esperienze in un mercato attualmente dominato dalle vendite online. Per mantenere i clienti che utilizzano punti vendita e negozi, AR e VR possono fornire esperienze uniche, come provare i vestiti senza indossarli fisicamente. Con l'aiuto della VR nella vendita al dettaglio, i negozi possono anche contenere i costi fornendo acquisti basati sulla tecnologia, senza personale, in cui tutto viene acquistato tramite app.

Per le aziende, l'adozione della tecnologia VR e AR e la sua ulteriore integrazione nella vita di tutti i giorni sta fornendo maggiori opportunità pubblicitarie. Con più persone che utilizzano la tecnologia VR e AR, e i consumatori che trascorrono più tempo su *smartphone* o computer, le aziende hanno maggiori possibilità di raggiungere potenziali clienti ed essere così in grado di indirizzare i propri annunci alla clientela giusta.

7.6. Casi studio di applicazioni VR & AR for Good

7.6.1. Casi studio

Cardiology

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
La formazione specialistica in campo medico può comportare rischi per studenti, studentesse e docenti dato che il reperimento di materiale organico e luoghi di analisi rappresentano un costo considerevole. L'utilizzo della AR ha un enorme potenziale nel favorire un apprendimento efficace, senza limiti e sostenibile economicamente.

La soluzione individuata.
Uqido ha realizzato un'applicazione attraverso cui gli studenti e le studentesse di medicina dell'Università di Padova possono osservare e analizzare il modello 3D di un cuore attraverso la AR. Questa app, come altre tecnologie immersive, ha un forte potere evocativo che permette agli utilizzatori di provare esperienze coinvolgenti e totalizzanti.

Se il processo cognitivo, ovvero il processo di acquisizione dell'essere umano, per il 60% dipende dal senso della vista e dell'udito, per l'altro 40% dipende dall'applicazione pratica o astratta di quanto memorizzato. In questo contesto, l'utilizzo della AR all'interno dei processi formativi è dimostrato possa aumentare fino al 75% la capacità di ricordare ciò di cui si ha avuto esperienza.[7.1]

Impatto
Fino all'introduzione di Cardiology AR, la soluzione adottata era quella della stampa 3D di organi del corpo umano realizzati da un software che sfrutta scansioni ottenute per mezzo di TAC, ECO e risonanza magnetica. Modelli che permettevano agli studenti e studentesse di toccare con mano, vedere e sezionare organi alla stregua di quelli reali, ma al contempo caratterizzati da un costo molto elevato e di certo non disponibili universalmente.

Grazie alla AR, si è potuto offrire modelli quanto più fedeli ad organi reali, completamente analizzabili e sezionabili proprio come se fossero tra le mani di studenti e studentesse, che hanno così beneficiato di un'enorme quantità di materiale, modelli e informazioni all'interno di un semplice *smartphone*.

Con Cardiology AR non è più necessario realizzare, trasportare e immagazzinare oggetti fisici. Inoltre, durante l'analisi possono essere chieste maggiori informazioni al sistema che, attraverso una *user interface* attentamente progettata, è in grado di posizionarle on-top dei modelli virtuali.

La creazione di una simile applicazione ha richiesto un'attenta ottimizzazione per la fruizione in *real-time* di modelli 3D delle cavità degli organi, partendo da asset già in possesso dell'Università di Padova e conferendo loro un aspetto fotorealistico, grazie all'applicazione di *texture* in altissima qualità ottenute con la tecnica della fotogrammetria.

I cuori in AR possono quindi essere sezionati e arricchiti con informazioni in sovraimpressione per fornire un'esperienza completa che non pregiudichi la qualità dell'insegnamento. Inoltre, per mantenere familiarità con la normale didattica, il sezionamento virtuale dei modelli ricalca quello effettuato durante una tipica analisi ecocardiografica. Modelli così realizzati consentono una puntuale analisi morfologica e funzionale dell'organo e di ciascuna delle sue parti.

Nel settore della formazione, questo genere di contenuti consentono di ottenere una maggiore efficacia nell'apprendimento grazie ad esperienze del tutto paragonabili a quelle reali vissute attraverso i normali strumenti per la didattica.

Con le stampanti 3D, il tempo di produzione di una protesi si riduce dai 6 giorni a 6 ore aumentando così la capacità di lavoro dei pochi tecnici ortopedici disponibili nelle aree disagiate.

Dementia First Hand

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Si stima che, nel solo Regno Unito, almeno 850.000 persone soffrono di patologie legate alla sfera della demenza, di cui l'Alzheimer rappresenta una delle forme più comuni con circa 520.000 casi. Per coloro affetti da demenza non si tratta soltanto di una perdita di memoria, riguarda anche la percezione, la consapevolezza degli spazi circostanti e il riconoscimento dei volti di persone care, amici e conoscenti.

Una condizione tanto diffusa quanto celata, che affligge molte persone mano a mano che l'invecchiamento subentra. Può essere altamente debilitante, quanto causare notevoli impatti collaterali a chi si prende cura di persone affette da Alzheimer: persone che hanno visto il "prima" faticano a comprendere ed accettare il "dopo".

Esiste a riguardo una scarsa sensibilizzazione e comprensione con il pubblico: molto spesso, le persone sottovalutano e danno poca importanza a un problema che per l'appunto non colpisce solo chi ne soffre direttamente, ma anche coloro che provvedono e supportano i malati incondizionatamente.

Per questo motivo, e per aiutare le persone a raggiungere un soddisfacente livello di approfondimento sulla tematica, la *digital design agency* gallese Galactig ha creato "Dementia First Hand".

La soluzione individuata.
Dementia First Hand è un'esperienza immersiva del tutto interattiva, che permette agli utilizzatori finali di muoversi all'interno di un ambiente casalingo, afferrare oggetti con le proprie mani virtuali e interagire con lo spazio circostante. Un ambiente totalmente immersivo in 3D che fa sentire chi indossa il casco di VR come se fosse effettivamente dentro la scena.

Una voce femminile o maschile, sia in lingua inglese che gallese, ricopre la funzione di monologo interiore dell'utilizzatore. Questa voce interna descrive l'ansia derivante dal mondo circostante, e agisce come un *trigger* atto a far completare delle mansioni in ognuno degli scenari che si susseguono, così da far procedere l'utente in avanti nella narrazione.

Durante l'utilizzo di Dementia VR, si vive un'esperienza fatta di momenti di confusione, così come di profonda tristezza e depressione.

Un poco alla volta si procede lungo un viaggio che mette in mostra i problemi e gli ostacoli più difficili comunemente vissuti da parte di chi soffre di demenza.

Non solo momenti, scenari e persone ricreate da zero in 3D; uno degli scenari richiede una conversazione con un'altra persona in carne e ossa. Tuttavia, un modello 3D ricreato in computer grafica sarebbe risultato fuori posto, motivo per cui si sono adottate anche soluzioni come registrazioni di persone reali da trasportare nel mondo virtuale, dotate dello stesso feeling di profondità e presenza di un normale modello 3D.

Impatto

I risultati di una simile esperienza di VR non sono per nulla scontati: i feedback degli utenti e delle utenti riportano come Dementia First Hand svolga un ottimo lavoro nel mettere gli utilizzatori nei panni di coloro che soffrono di questa condizione.

Anche chi l'ha utilizzata in ambito formativo riporta come il vivere la prospettiva di un malato di demenza abbia aiutato i professori e le professoresse a stimolare l'interesse degli studenti e delle studentesse nei pazienti anziani affetti da questo disturbo, e di come essi stessi abbiano cambiato in maniera significativa il loro approccio verso queste persone.

Musemio

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Musemio è un'applicazione che mira ad abbattere le barriere per l'accesso alla cultura da parte dei più piccoli, che spesso possono riscontrare delle difficoltà a relazionarsi e confrontarsi con concetti complicati. A tale scopo sono state quindi create delle esperienze di apprendimento "gamificate" attorno alle collezioni museali sparse per il mondo.

La soluzione individuata.
Musemio nasce dall'intuizione di Olga Kravchenco, CEO dell'omonima società.
Si tratta di una piattaforma di "*edutainment*", ovvero educazione virtuale, in grado di dare nuova vita alla cultura, alle opere d'arte e alle esposizioni in generale, dedicata a bambini tra gli 8 e i 12 anni.

Una delle esperienze create da Musemio porta i giovani utilizzatori all'interno della terra di fantasia "*Computer Paradeisos*", un vero e proprio paradiso dove i computer obsoleti vanno una volta che non sono più di alcuna utilità. I giocatori e le giocatrici prendono le sembianze di un computer - letteralmente saltando al suo interno - e si ritrovano immersi all'interno di un labirinto, in cui possono imparare nozioni, ad esempio quali siano i componenti tipici di un computer - una RAM, una scheda madre e così via - e anche comprendere e acquisire concetti, come la legge della transizione tecnologica di Moore.

Un altro gioco permette ai bambini e alle bambine di esplorare una stanza con alcuni dei primi dispositivi di gioco virtuale, come una console Atari e un *joystick*, apprendendo nozioni riguardo il loro sviluppo e potendo giocare mini giochi appartenenti alla cosiddetta "*old-school*".

Impatto
L'apprendimento nel contesto di un museo e l'educazione culturale in un'età così critica non solo aiuta i bambini e le bambine ad essere più creativi e a ragionare fuori dagli schemi, ma, come dimostrato da alcune ricerche, ha un impatto anche sulle loro abilità cognitive, risultando in voti e performance migliori in ambito scolastico, nonché in un miglior comportamento sociale.

I risultati di *trial* condotti su più di 3000 bambini e bambine hanno dimostrato che l'utilizzo di una piattaforma di apprendimento come Musemio non solo permette di avere una migliore esperienza di apprendimento grazie alla VR, ma che lo stile di apprendimento stesso differisce in meglio rispetto ai metodi tradizionali.

7.6.2. Spunti di approfondimento

Sisma VR 	Tecnologia immersiva per illustrare alla cittadinanza i rischi derivanti da scosse di terremoto, sensibilizzando l'utente. Nei casi di terremoti a bassa entità, infatti, i principali danni sono dovuti al mancato rispetto di semplici ma vitali norme di prevenzione.
Hol'Autisme 	Hol'Autisme introduce una svolta tecnologica nel campo della salute e dell'istruzione, offrendo il primo catalogo di applicazioni in realtà mista per migliorare le capacità sociali di bambini e bambine affette da autismo.
Relive 	Un videogame che attraverso la VR e i movimenti di chi gioca insegna le manovre di rianimazione cardiopolmonare in maniera innovativa

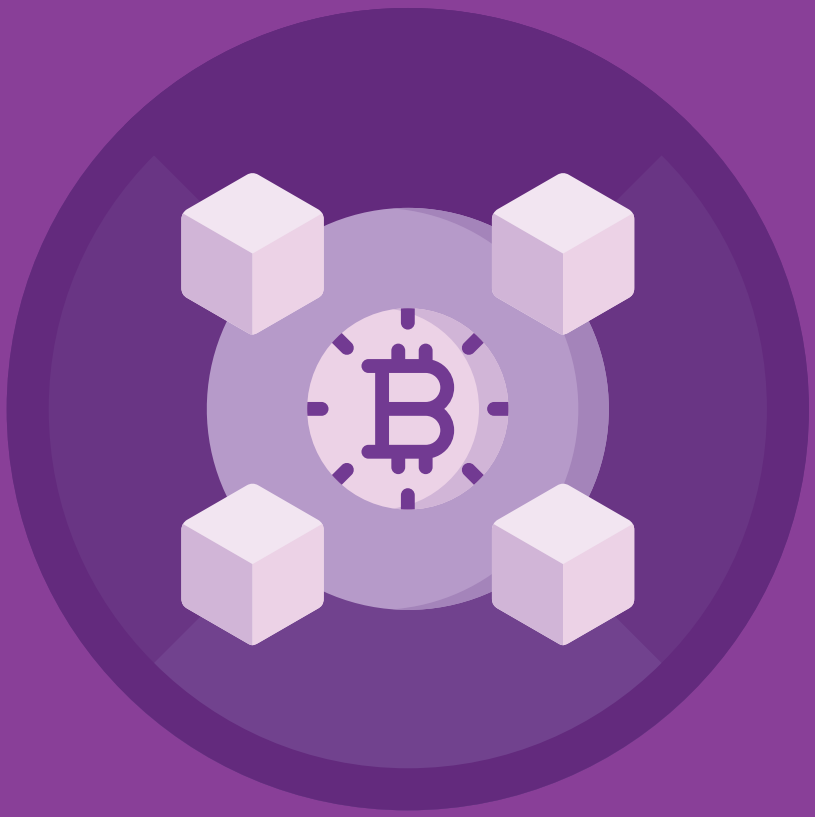
Note

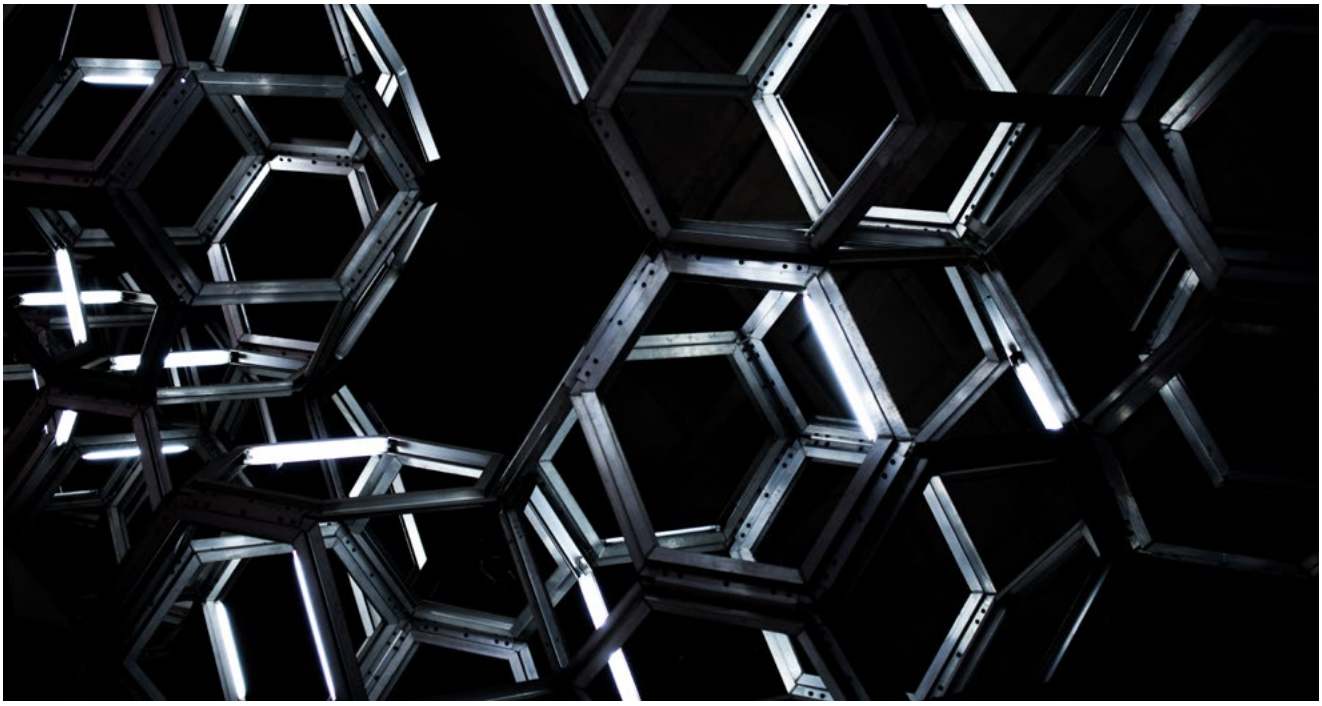
7.1. Cardiology AR. (n.d.). UQIDO. Accesso effettuato il 15 Gennaio 2021: https://www.uqido.com/progetti/cardiology-ar/

8

Blockchain

A cura di The Blockchain Council e Associazione Italiana Sviluppo Marketing





8.1. Cos'è la Blockchain

"La Blockchain (letteralmente "catena di blocchi") sfrutta le caratteristiche di una rete informatica a nodi e consente di gestire e aggiornare, in modo univoco e sicuro, un registro contenente dati e informazioni (per esempio transazioni) in maniera aperta, condivisa e distribuita, senza la necessità di un'entità centrale di controllo e verifica".[8.1]

Questa definizione evidenzia numerose caratteristiche che appartengono alla famiglia dei registri distribuiti *(Distributed Ledger)* a cui Blockchain appartiene: digitalizzazione dei dati, distribuzione, disintermediazione, tracciabilità dei trasferimenti, trasparenza e verificabilità, immutabilità del registro e programmabilità dei trasferimenti.[8.2]

Prima di entrare nel dettaglio, è necessario ricordare l'origine della Blockchain[8.3] che va ricondotta alla pubblicazione di Satoshi Nakamoto: "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System".[8.4] Va sottolineato che questo *white paper,* diffuso il 31 ottobre 2008, a tutt'oggi, non si sa da chi sia stato scritto. Infatti, nessuno ha mai conosciuto personalmente Satoshi Nakamoto, nome che potrebbe nascondere sia un singolo autore, sia, più probabilmente, un gruppo di soggetti.

Il 3 gennaio 2009 fu attivata la Blockchain, frutto del lavoro di Nakamoto, quella relativa a Bitcoin, la prima catena di blocchi distribuita e pubblica in cui i blocchi sono collegati sequenzialmente da appositi codici crittografici, detti *hash*. Negli anni seguenti ne nacquero molte altre, che svilupparono caratteristiche diverse dalla Blockchain originale.

Va sottolineato che il mondo delle criptovalute, di cui Bitcoin ne è il capostipite, è solo uno degli innumerevoli ambiti applicativi delle molteplici varianti di blockchain che si sono sviluppate dal 2008 in poi.

La prima grande distinzione che è necessario fare per identificare le diverse *Distributed Ledger Technologies* (DLT) è tra le tecnologie realmente pubbliche, aperte e distribuite (*permissionless ledger* o *unpermissioned ledger*), e quelle che,

invece, non lo sono (*permissioned ledger*); comunemente identificate, rispettivamente, come blockchain pubbliche e blockchain private. A rigor di termini, solo le prime dovrebbero essere definite "blockchain", mentre le altre, pur rientrando nel novero delle DLT, non avrebbero le caratteristiche di base per essere così definite, non essendo né pubbliche né aperte.

Le blockchain non necessitano di intermediari per verificare le transazioni in quanto il network distribuito di nodi effettua le verifiche attraverso il processo di *mining*, uno degli elementi fondamentali che consentono alle blockchain di funzionare come reti *peer-to-peer* che non hanno bisogno di un gestore centrale. Per questo si dice che le blockchain siano sistemi *trustless*.

Ma veniamo alla descrizione sintetica dei principali concetti che caratterizzano le blockchain.

Registro distribuito
La famiglia delle DLT, per usare la definizione inglese che le identifica, si basa su un concetto decisamente semplice da comprendere, assai più difficile da mettere in pratica: tutti i nodi della rete che compone una DLT possiedono la medesima copia di un registro distribuito (un *database*) che può essere letto e aggiornato da tutti coloro che vi hanno accesso, indipendentemente dai singoli nodi.

Nelle DLT non esiste un ente centrale che controlla le modifiche al registro; infatti, queste sono regolate tramite algoritmi che gestiscono il consenso tra le diverse versioni del registro stesso. Tramite la crittografia, queste operazioni possono avvenire in modo sicuro.

Tra le caratteristiche più importanti che possiamo citare per distinguere le diverse DLT vi sono:

- **Tipologia di rete**
  Come già accennato, esistono due tipologie di reti DLT, ovvero le cosiddette *permissioned* e *permissionless*. Per quanto riguarda la prima, le reti *permissioned*, anche chiamate Reti Pubbliche, consentono a chiunque vi abbia accesso di usufruire di una totale trasparenza dei dati registrati e delle transazioni avvenute. Le reti *permissionless*, invece, sono controllate da un'autorità di riferimento—sono infatti anche chiamate Reti Private—, che gestisce i livelli di visibilità e accesso ai dati degli utenti. I sistemi *permissionless* sono basati su meccanismi di consenso, esaminati nel paragrafo successivo.
- **Meccanismo di consenso**[8.5]
  Il consenso esprime le preferenze degli utenti rispetto alla collocazione dei dati nel ledger della DLT. Per verificare l'affidabilità del meccanismo che riporta i consensi espressi, vi sono diversi meccanismi e varianti più o meno complesse. In particolare, qui riporteremo i due principali e più utilizzati, ovvero il *Proof of Work* (PoW) e il *Proof of Stake* (PoS).

  Per quanto riguarda il PoW, questo è il primo algoritmo di consenso sviluppato, e svolge una funzione essenziale nel processo di *mining* illustrato all'inizio di questa sezione. Infatti, il PoW consente a chi decripta una determinata stringa di caratteri più velocemente (e che quindi hanno una maggiore potenza di calcolo) di verificare la validità delle transazioni eseguite e così aggiungere un nuovo blocco alla catena di blocchi. Una volta aggiunto il blocco, il sistema invierà a tutti gli *users* una copia delle operazioni svolte, che verranno validate solo quando tutti i nodi del network danno il loro **consenso** rispetto al fatto che l'*hash* fornito dal *miner* è una valida *proof of work*.

  In alternativa all'algoritmo PoW, nel 2011 è stato sviluppato l'algoritmo PoS. Questo non si basa sulla velocità del processo di decriptaggio e quindi sulla potenza di calcolo di *miners*, come il PoW. Invece, la persona designata a convalidare un blocco sarà quella con il maggior numero di criptomonete disponibili. In questo modo, invece di utilizzare l'energia per decriptare, come nel

PoW, un minatore PoS si limita ad estrarre una percentuale di transazioni che riflette la sua quota di proprietà. Ad esempio, un minatore che possiede il 2,7% dei Bitcoin disponibili può teoricamente estrarre solo il 2,7% dei blocchi.

- **Struttura del registro**
  Esistono due tipi principali di strutture del registro; da un lato troviamo la struttura sequenziale, propria della catena di blocchi, mentre dall'altro vi è la struttura parallela, propria del cosiddetto *tangle*, tecnologia utilizzata per l'applicazione dell'IoT. La prima è strutturata come, appunto, una sequenza di blocchi contenenti più transazioni e concatenati gli uni agli altri tramite crittografia. La struttura parallela, invece, è costituita da una serie di transazioni che non sono raccolte all'interno di blocchi legati tra loro. Infatti, il *tangle* è un sistema di registrazioni di transazioni che non vengono raccolte in blocchi o organizzate linearmente, ma parallelamente. Nel *tangle*, infatti, una transazione (anziché un blocco di transazioni) si riferisce a due operazioni precedenti che non formano una lista lineare e sequenziale, ma piuttosto una struttura complessa e ramificata, conosciuta come *Direct Acyclic Graph* (DAG).

Nelle reti distribuite, come sono le blockchain, anche se qualche nodo viene danneggiato, il sistema non interrompe il suo funzionamento. Questo è il principio su cui si fonda la resilienza della rete Internet su cui, a sua volta, la blockchain ha trovato il naturale spazio operativo e la sua piena espressione.

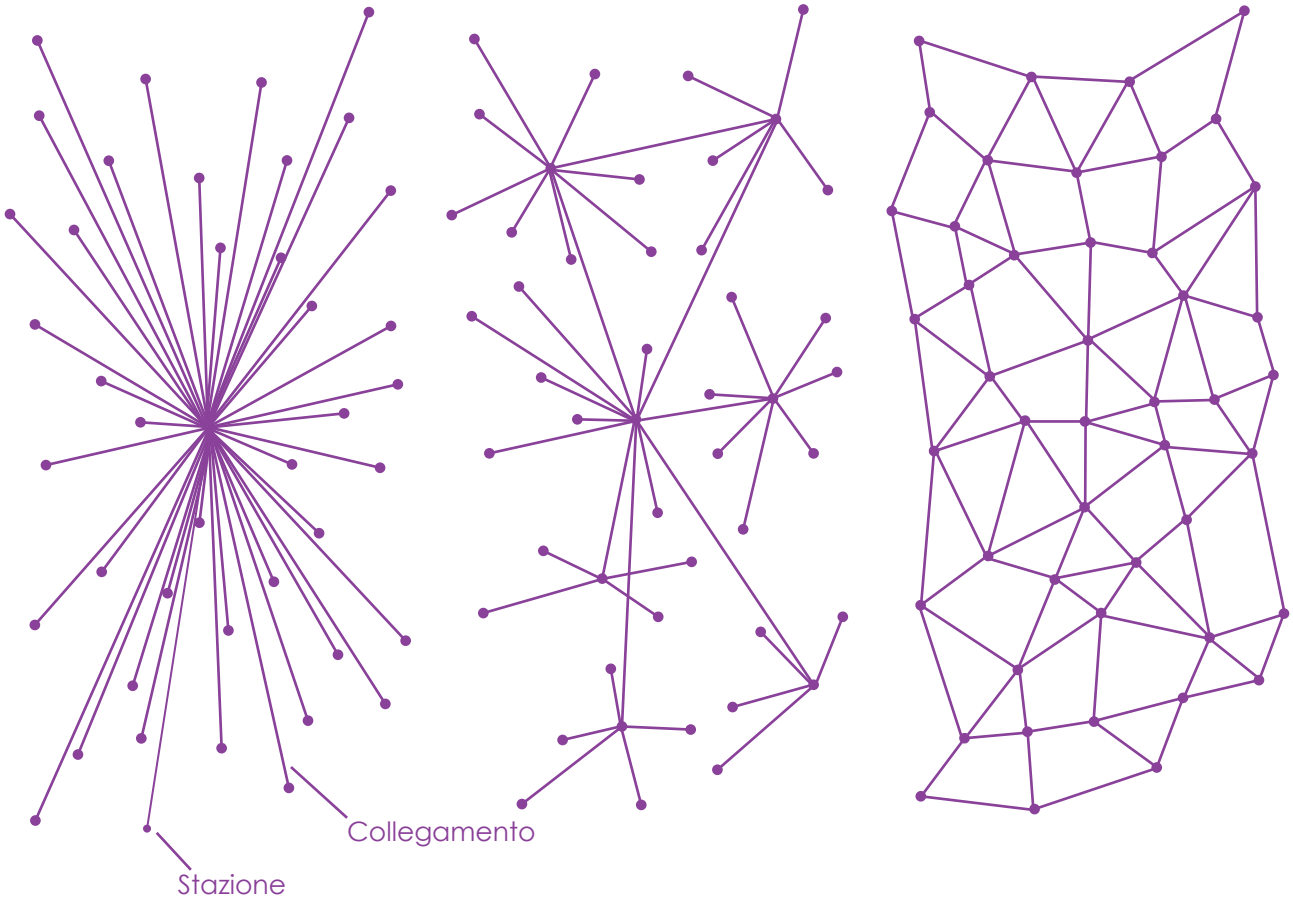


Figura 8.1.
Reti distribuite.

Trasparenza e verificabilità

In un sistema distribuito, tutti gli attori interagiscono gli uni con gli altri e il contenuto del registro condiviso è pubblico, quindi il livello di trasparenza e di verificabilità è elevatissimo. Questo contribuisce ad aumentare il livello di fiducia nel sistema.

Immutabilità del registro

La natura distribuita della blockchain, insiemealla crittografia, è ciò che rende immutabile il *public ledger*. Per modificarne i contenuti è necessario violare simultaneamente tutti i computer che ne contengono una copia, attività praticamente impossibile quando i sistemi coinvolti sono molte migliaia sparsi in tutto il mondo.

Programmabilità

La blockchain originaria introdusse gli *smart contract*, il cui concetto si fa risalire al lavoro di Nick Szabo, scienziato informatico, studioso di diritto e crittografo che, nel 1994, li definì come "protocolli di transazione informatizzati, che eseguono i termini di un contratto".

L'espressione *smart contract* è fuorviante perché il termine *smart* presuppone un qualche livello di autonomia operativa che invece nella blockchain è preclusa. Non si può nemmeno parlare di contratti in senso giuridico. Piuttosto, gli smart contract sono riconducibili a funzioni "*if/then*" incorporate in *software* o protocolli informatici.

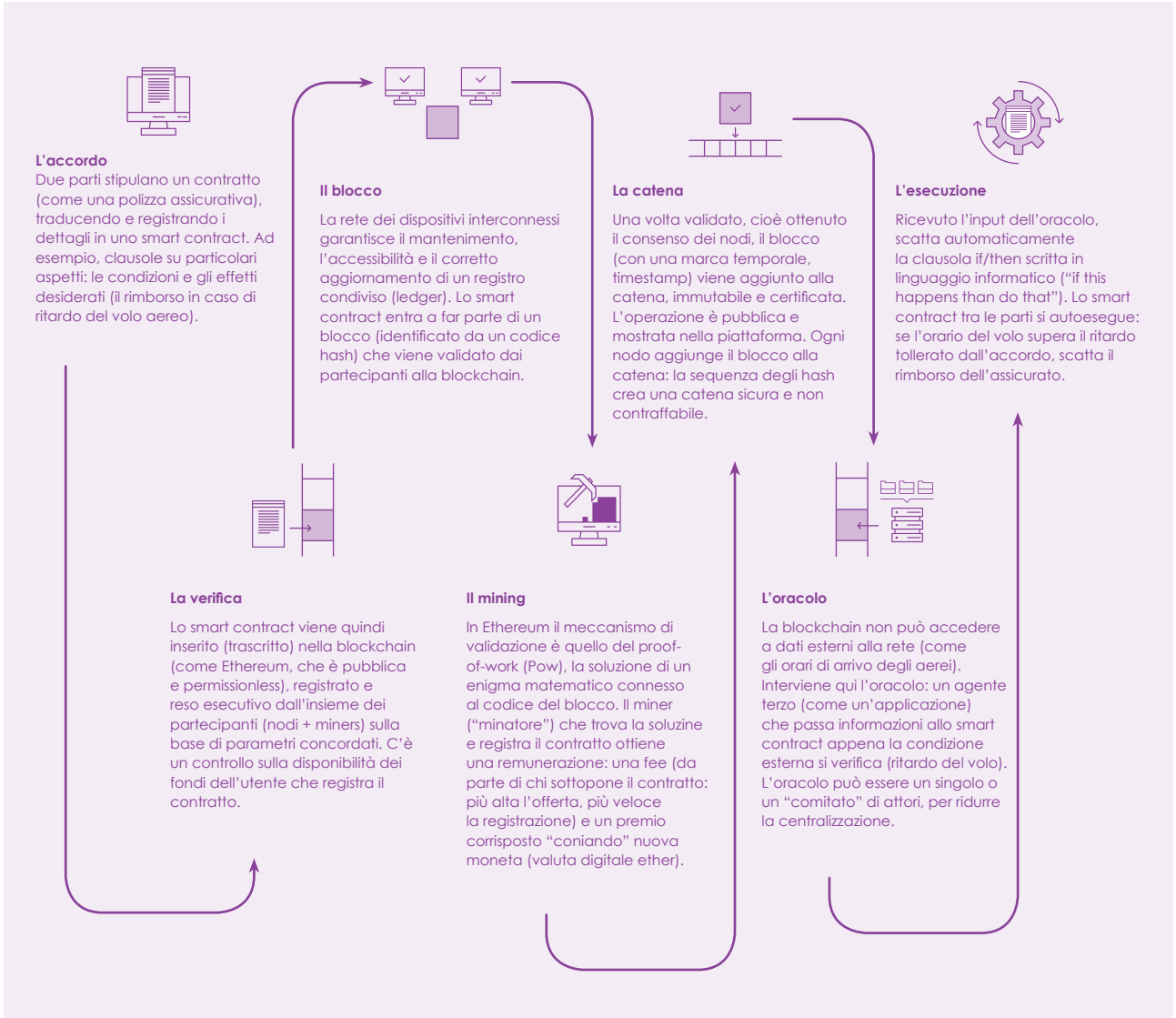


Figura 8.2.
Funzionamento di uno Smart Contract

8.2. Perché è importante

La rilevanza della Blockchain va contestualizzata in una prospettiva sociologica perché tocca alla radice le modalità stesse con cui gli esseri umani hanno imparato a relazionarsi, sin dalla notte dei tempi.[8.6] La storia dell'umanità è sempre stata focalizzata su strutture sociali di tipo gerarchico, fortemente centralizzate. Dalle prime tribù dove un ristretto numero di persone gestiva tutti gli aspetti della vita sociale, fino agli stati moderni nei quali ogni singolo aspetto della nostra vita è soggetto a un qualche ente che ne gestisce le regole di funzionamento (studio, lavoro, finanza, sanità, sicurezza...).

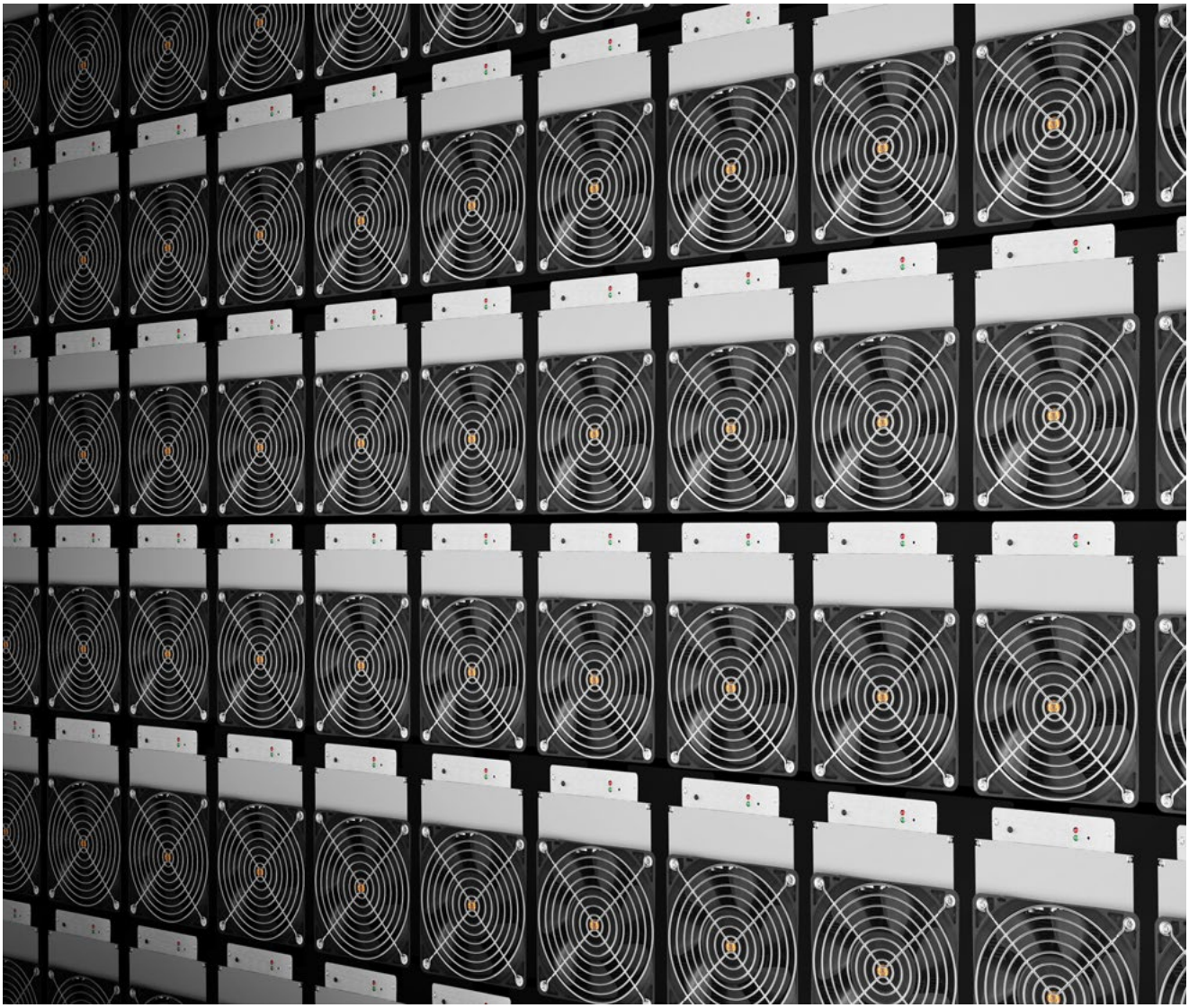
Dietro a ognuna di queste strutture, vi sono persone addette al loro funzionamento e noi dobbiamo fidarci della qualità del loro lavoro affinché l'intero sistema possa rimanere in equilibrio, nonostante gli inevitabili errori che ogni essere umano introduce nel sistema stesso. Con la Blockchain, questo paradigma plurimillenario viene messo in discussione: oggi possiamo immaginare una società dove, invece di fidarci delle persone, possiamo riporre quella fiducia in un algoritmo. Don e Alex Tapscott, nel libro "Blockchain Revolution",[8.7] usano il termine protocollo di fiducia per definire la Blockchain.

La Blockchain è alla base dello sviluppo verso la cosiddetta *Internet of Value,* ovvero l'evoluzione che sta portando la rete globale a diventare un luogo di scambio del valore e non solamente di condivisione di informazioni. Questo introduce il tema dell'unicità degli asset digitali che ci può aiutare a capire perché la blockchain è importante. Per loro natura, le informazioni digitali sono replicabili all'infinito annullando, di fatto, il concetto di unicità.

Un file contenente testi, immagini, suoni, può essere replicato infinite volte rimanendo sempre uguale a se stesso. Questo è estremamente utile quando si tratta di gestire informazioni che offrono dalla replicabilità un vantaggio, così come avviene se dobbiamo condividere un file con qualcuno, ma diventa un problema se quelle informazioni devono rappresentare un asset unico e quindi non replicabile come, per esempio, un valore economico. Duplicare un asset che rappresenta una valuta, un'opera d'arte o qualunque bene che ha nell'unicità il suo valore significa sminuire il valore stesso fino, teoricamente, ad azzerarlo.

Un asset crittografato in un registro blockchain può assumere caratteristiche di unicità che consentono di riprodurre il principio di scarsità, tipico del mondo fisico. Se spediamo un file con queste caratteristiche a qualcuno ne perdiamo il possesso, esattamente come accade quando paghiamo un bene con una banconota alla cassa di un negozio.

Con la blockchain si creano dunque asset digitali unici. Non a caso, per questo motivo, il mondo finanziario è stato il primo a comprenderne le potenzialità che, in realtà, ha ancora notevoli campi di applicazione in tutti quei settori dove è necessario evitare duplicazioni di asset digitali. Tecnicamente, questo risolve il problema del *Double Spending*, ovvero, garantisce che un asset digitale non possa essere utilizzato più volte per più acquisti.



8.3. Come funziona in pratica

Per capire come funziona la tecnologia blockchain è necessario partire dalla considerazione che si tratta di un protocollo di comunicazione basato su DLT. La blockchain è costituita da una serie di blocchi (il primo viene comunemente definito *Genesis Block*),[8.8] idealmente, un anello della catena che, quando viene completato, contiene le informazioni relative alle ultime transazioni.

Quando viene chiuso non è più modificabile e si passa alla generazione del blocco seguente che contiene un identificativo del blocco precedente al quale è collegato. È una banca dati lineare ordinata cronologicamente e rappresentabile in questo modo.

All'interno di ogni blocco, semplificando, si trovano:

- *hash* corrente e *hash* precedente (una funzione matematica capace di produrre una sequenza di caratteri di lunghezza fissa partendo da qualunque file o testo. Ogni minima modifica del file o del testo produrrà una diversa stringa in uscita); *timestamp* (la marca temporale che consente di datare con certezza il blocco);
- i dati relativi alle transazioni; e *nonce* (un numero casuale o pseudo casuale).

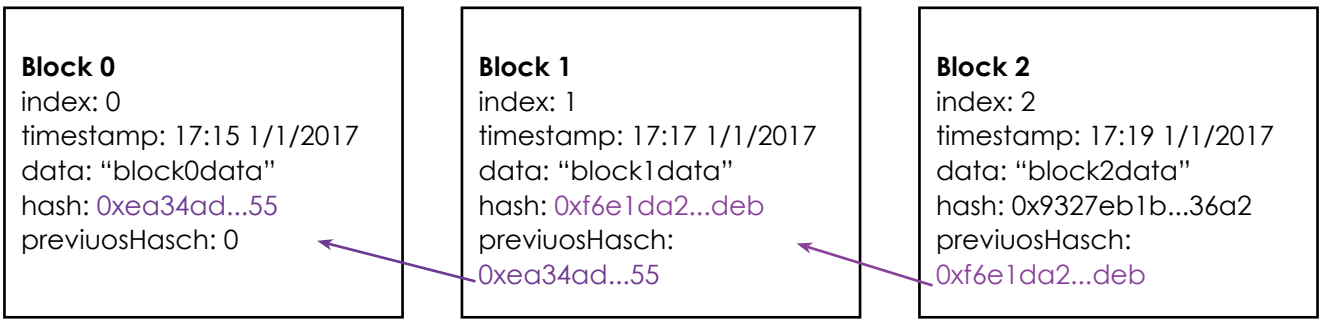


Figura 8.3.
Esemplificazione di un sistema Blockchain.

Il processo di *mining* che qui si descrive, introdotto operativamente con il bitcoin, è l'operazione principale eseguita sulla blockchain e consiste sostanzialmente nel generare un nuovo blocco e calcolarne *l'hash* per aggiungerlo alla catena inserendo il riferimento al blocco precedente, mantenendo la blockchain in uno stato di validità. L'insieme di tutte le transazioni avvenute nell'arco di 10 minuti, il tempo medio di generazione di un nuovo blocco nella blockchain di bitcoin, è affidato a un singolo minatore *(miner)* il cui compito è di installare sui suoi computer il "*Cryptographic Hash Software*" che consente di calcolare i dati delle transazioni bitcoin eseguendo le operazioni che portano all'estrazione degli stessi, con il relativo aggiornamento della blockchain.

Il guadagno del minatore sta nella possibilità di ottenere dei proventi in bitcoin derivanti dalla scoperta del blocco, una vera e propria lotteria dove il *nonce svolge* il ruolo, metaforicamente parlando, del biglietto. Inoltre, vi sono i proventi derivanti dalle *fee* che vengono pagate da chi effettua le transazioni, tanto più alte quanto più aumenta il numero delle transazioni stesse.

Ma come avviene, in sintesi, una transazione attraverso la blockchain? In questo grafico sono riassunti i sei passaggi fondamentali:

- A desidera trasferire una somma a B;
- la transazione viene rappresentata come un blocco;
- il blocco è diffuso in ogni punto della rete;
- i nodi della rete approvano il blocco dichiarando valida la transazione;
- il blocco può essere aggiunto alla catena costituendo una indelebile e trasparente registrazione della transazione;
- la somma viene trasferita da A a B.

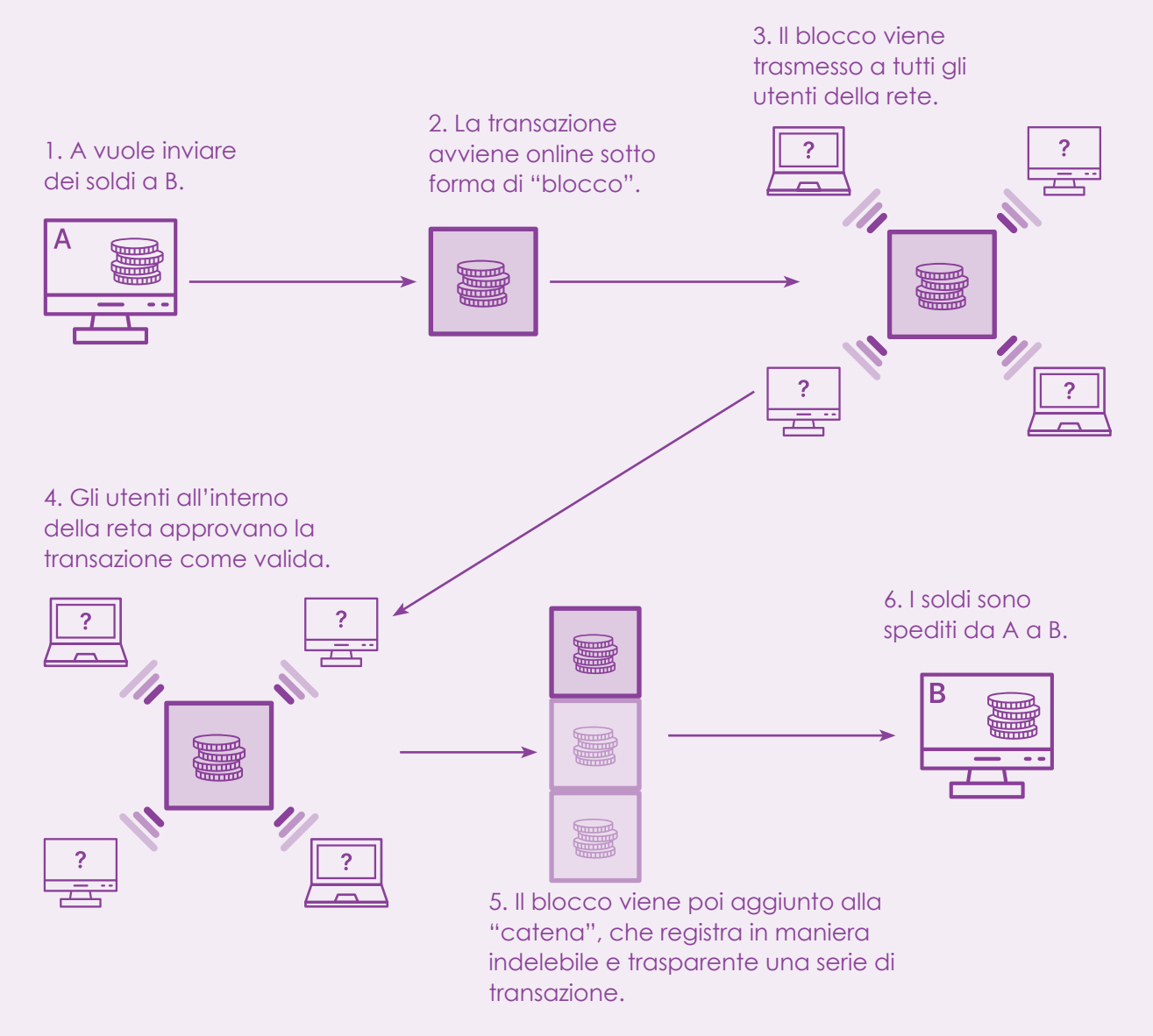


Figura 8.4.
I sei passaggi di una transazione blockchain.

Potenziali criticità
I rischi delle blockchain sono legati, come sempre accade per la tecnologia, all'uso che l'essere umano decide di farne. Possono essere strumenti di libertà senza precedenti ma, al contempo, possono diventare strumenti di controllo assoluto, al cui cospetto il mondo orwelliano impallidisce.

La Cina, per esempio, ha da tempo annunciato il lancio del *Digital Yuan*, di fatto una criptovaluta di stato, gestita dalla banca centrale, che non usa blockchain, nata con lo scopo di tracciare sistematicamente ogni movimento di valuta. Per descrivere il suo nuovo sistema di pagamento elettronico, la Cina utilizza l'acronimo DCEP *(Digital Currency Electronic Payment)*.

Se davvero questa criptovaluta di stato, quindi centralizzata esattamente come le valute fiat, prenderà piede sostituendo il denaro contante e le altre forme di pagamento, il governo Cinese avrà l'assoluto controllo, in tempo reale, di qualunque transazione e delle persone che le effettuano.

Questo è uno degli incubi peggiori che i fautori delle blockchain possono immaginare ma è tuttavia altamente realistico.

Tra gli svantaggi della blockchain, almeno di quella originale, vi è l'**inefficienza intrinseca** di un sistema che replica su ogni nodo della sua rete l'intera cronologia delle transazioni. Ma questo è proprio ciò che consente di avere un sistema sicuro. La crescita delle transazioni porta a un ulteriore aumento del volume complessivo dei dati che ogni giorno vengono generati. Inoltre, va detto che la concentrazione della potenza di calcolo in *pool* (gruppi di minatori che collaborano) ha portato nelle mani di pochi gruppi il controllo della maggior parte della potenza di calcolo complessiva e questo potrebbe rivelarsi una vulnerabilità dell'intero sistema.

Tra gli aspetti che vanno tenuti in conto quando si parla di blockchain vi è la sua caratteristica più significativa: l'immutabilità. Non sempre l'immodificabilità dei dati è davvero un vantaggio, per esempio quando sono registrati dati che poi si rivelano per qualche ragione errati.

La blockchain è ancora una tecnologia giovane di cui dobbiamo comprendere a fondo le reali potenzialità. Ha aperto nuovi orizzonti e li stiamo esplorando, ma occorre sempre prestare attenzione alle criticità e valutare obiettivamente pro e contro delle possibili applicazioni, caso per caso.

8.4. Linee guida di buon utilizzo

La blockchain nasce come registro pubblico al quale chiunque può accedere, ma negli anni si sono sviluppate blockchain private, frutto di consorzi per specifiche filiere, complessificando notevolmente lo scenario. Il Ministero dello sviluppo economico ha lanciato una consultazione pubblica, che si è svolta tra il 18 giugno e il 20 luglio 2020, per la "Strategia italiana in materia di tecnologie basate su registri condivisi e Blockchain".[8.9] Nel documento si evidenzia come i principali ostacoli all'adozione delle DLT, in Italia, siano riconducibili a:

- incertezza normativa;
- carenza di informazione e consapevolezza;
- accesso al finanziamento;
- carenza di competenze e talenti.

Tra le raccomandazioni che emergono nel documento citato si spazia dalla governance nazionale per le DLT, in armonia con le politiche UE, fino all'adeguamento delle infrastrutture, passando per le politiche di sensibilizzazione verso il settore delle criptoattività. Un documento strategico utile per identificare le linee guida del nostro Paese, ma cosa deve fare, oggi, una persona che desidera comprendere come le DLT in generale, e la blockchain in particolare, possono essere utili nella sua attività quotidiana? E le imprese, in che modo possono prepararsi alla transizione verso l'*Internet of Value*? Quando ci si trova in uno scenario caratterizzato da cambiamenti esponenziali, di cui le DLT sono un attore rilevante, è necessario cambiare i propri schemi mentali per attivare nuove strategie.

Nello studio "Aligning the Organization for Its Digital Future",[8.10] condotto dalla "Business School" del MIT e Deloitte nel 2015, si evidenzia come solo il 44% dei manager aziendali riteneva di essere preparato ai cambiamenti dirompenti dell'innovazione digitale, sebbene più del 90% degli stessi ritenesse che la propria industria sarebbe stata ampiamente influenzata proprio da quei cambiamenti. La situazione italiana, tradizionalmente poco propensa all'innovazione, è ben evidenziata dal *Digital Economy and Society Index* che, nel 2020, vede l'Italia posizionarsi all'ultimo posto della classifica europea per la voce *Human Capital* che riguarda il livello di conoscenze digitali nella popolazione.[8.11]

Un approccio efficace per mettere a punto linee guida coerenti con la trasformazione digitale in corso, e quindi anche con l'adozione delle DLT, è rappresentato nello schema in figura 8.7.

Un'impresa che voglia valutare la possibilità di adottare la blockchain nei suoi processi deve individuare dove si potrebbe generare valore: attraverso l'erogazione di nuovi servizi oppure velocizzando processi preesistenti, o, ancora, risparmiando nell'implementazione operativa. L'analisi costi-benefici deve essere attenta e tener conto della difficoltà di valutazione basata su casi studio che, nella maggior parte dei casi, non sono disponibili o lo sono solo parzialmente.

Siamo in una fase in cui le DLT devono ancora affermarsi su larga scala nel mondo produttivo ma anche nel settore pubblico. In ogni caso, individuata l'area in cui si presume possa portare vantaggi l'adozione di una DLT, è necessario sviluppare un progetto di *Proof of Concept* (PoC), cioè una verifica teorica, una prova di principio della validità del progetto che si vorrebbe implementare a cui seguirà, eventualmente, la realizzazione di un prototipo e i relativi test, prima dello sviluppo definitivo.

Se la PoC ha dato esito positivo, si impone la scelta della DLT da utilizzare che, rimanendo in ambito blockchain, si distingue nelle seguenti categorie principali:

- sistemi pubblici e *permissionless*: sistemi completamente aperti, i più noti sono Bitcoin ed Ethereum;

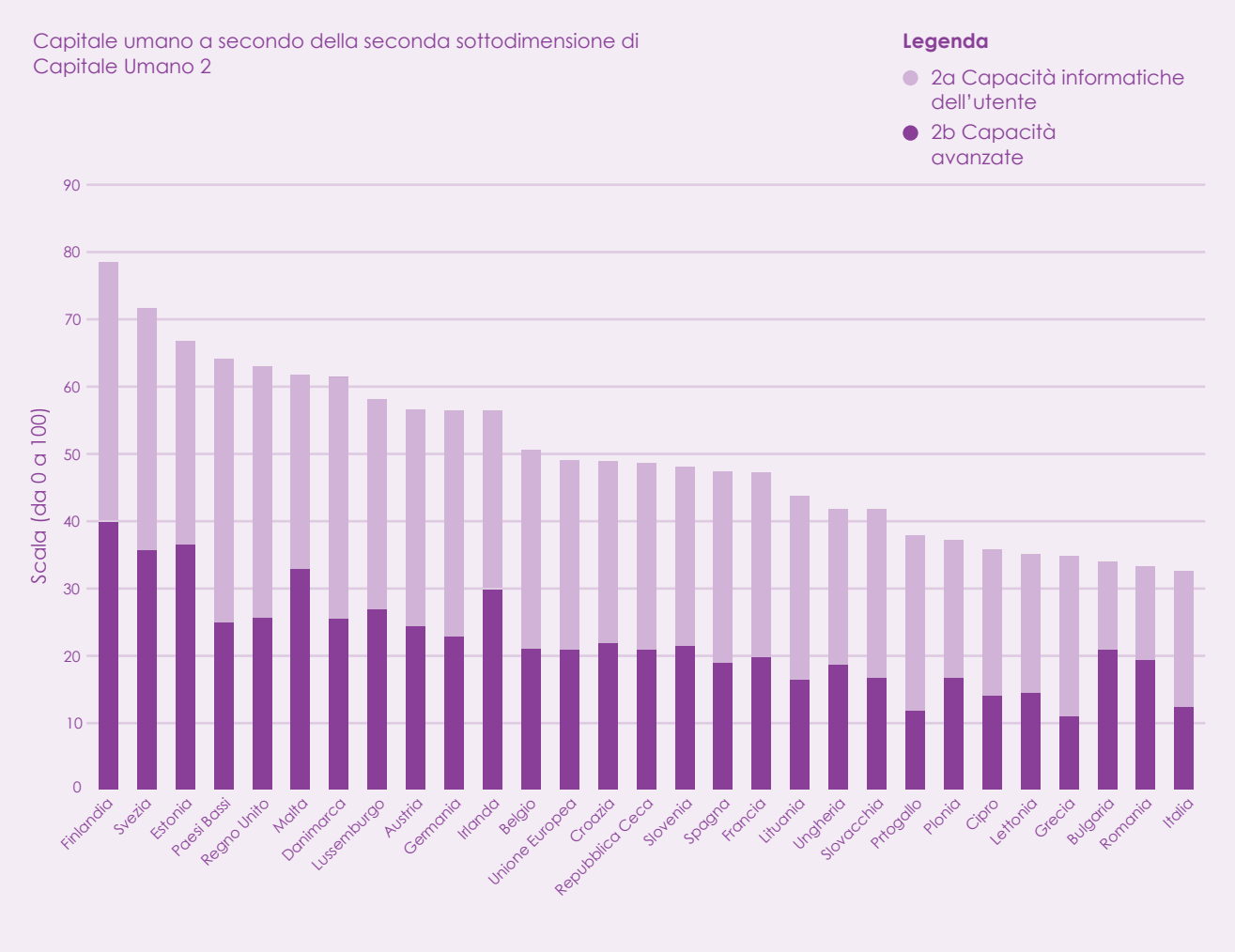
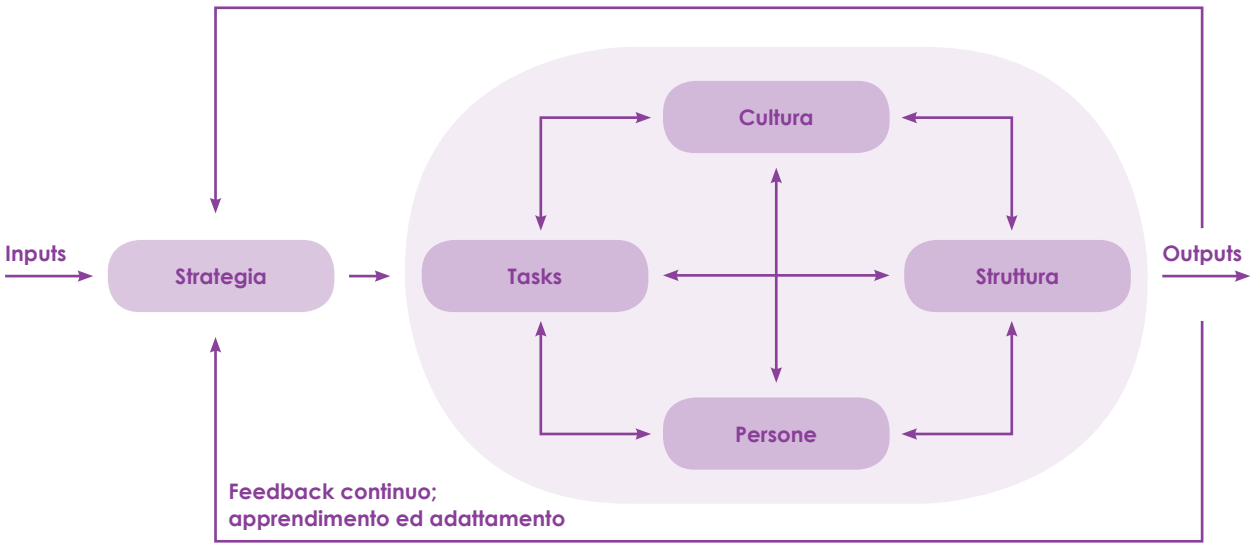


Figura 8.5.
Digital Economy and Society Index - Human Capital.

- sistemi pubblici e *permissioned:* sistemi aperti in lettura ma soggetti ad autorizzazione per altre operazioni, come la scrittura dei dati;
- sistemi privati e *permissionless:* un numero limitato di soggetti può effettuare operazioni sui dati senza autorizzazioni specifiche. Il fatto stesso di far parte della rete privata fornisce la possibilità di accedervi;
- sistemi privati e *permissioned*: in questo caso, anche i soggetti interni devono avere permessi specifici per poter operare. "Hyperledger Fabric", promosso da IBM, rientra in questa categoria.[8.12]

Vi sono poi altri elementi di cui è necessario tener conto, come evidenzia Daniele Tumietto nell'articolo "Blockchain, che deve sapere un'azienda prima di adottarla", alcune delle ulteriori caratteristiche chiave da considerare sono:

- vulnerabilità all'hacking e ad altri fallimenti del sistema;
- robustezza, ovvero se gestiscono bene e quanto i problemi, come il codice difettoso o il potenziale hackeraggio;
- il costo di ogni transazione;
- la velocità e capacità di scalare, arrivando a gestire anche grandi volumi di transazioni;
- il grado di tutela dei dati personali (privacy) parlando della normativa GDPR, la gestione dell'anonimato rispetto a pseudo anonimato o all'anonimato totale e le conseguenti conformità."[8.13]



Strategia

- Avere la capacità di concentrarsi (o meno) su una parte specifica del planning
- Comunica sia la visione futura che potenziali rischi
- Integra la strategia digitale in quella aziendale
- Impara, innova e ripeti

Tasks

- Modularizzare il workflow ove appropriato
- Stabilire solide partnerships
- Organizzare il workflow in base ai progetti stessi che per silos funzionali

Cultura

- Stabilire un range di fallimento e successo
- Portare avanti progetti specifici al posto di grandi iniziative
- Utilizzare un processo di apprendimento scalabile
- Nel processo di assunzione, dare priorità a somiglianze culturali rispetto a quelle puramente tecniche

Persone

- Stabilire un modello di assunzione e costruzione basato sul talento
- Riconcepire modelli tradizionali di lavoro (per esempio, al posto di una pura relazione "datore-lavoratore" dai preferenza ai cosiddetti "turni di servizio")
- Trovare il giusto compromesso fra "soft skills e hard skills" a tutti i livelli aziendali

Struttura

- Stabilire partnerships collaborative e costruttive
- Definire e migliorare l'ecosistema di business
- Avere la capacità di ridurre per prevenire situazioni avverse future
- Leadership distribuita

Figura 8.6.
Rappresentazione di una Distributed Ledger Technology (MITSloan Management Review).

8.5. Quali sono i trend di applicazione

Il primo ambito applicativo delle Bitcoin ha dato vita al settore della criptofinanza, assolutamente dominante nei primi anni. Con la nascita di numerose criptovalute e nuove blockchain, sembrava infatti che la criptofinanza fosse l'unico ambito applicativo a destare interesse. Tuttavia, nel 2015, l'esplosione del fenomeno delle *"initial coin offerings"* portò a scoprire che le possibili applicazioni erano limitate solo dalla fantasia.

Il *crypto winter*, quel periodo che si può racchiudere nel corso del 2018 quando il valore delle criptovalute subì un brusco ridimensionamento, non rallentò lo sviluppo delle applicazioni blockchain che, anzi, libere dai meccanismi perversi della speculazione finanziaria che nel 2017 aveva portato il valore delle criptovalute a livelli ingiustificabili, videro applicazioni via via sempre più concrete in ambiti come:

- finanza;
- assicurazioni;
- pubblicità;
- immobiliare;
- alimentare;
- *utilities*.

La fiducia

Si è detto che la gestione della fiducia è un elemento centrale del funzionamento delle blockchain, il vero nodo attorno al quale ruotano temi di grande attualità, come "l'algocrazia"[8.14] e "l'algoretica".[8.15] Strettamente connesso ad essa, vi è il tema della notarizzazione, cioè dell'immutabilità dei dati. Attenzione: che il dato sia immutabile non significa che sia anche veritiero. Nel mondo informatico circola un detto, *"garbage in, garbage out"* (GIGO), a significare che i computer elaborano i dati in modo del tutto acritico per cui, caricando dati errati si otterrà un risultato errato. Un esempio tipico lo si ha nella tracciabilità dei beni: se si attribuisce una data di confezionamento sbagliata, quella data sarà sì immutabile nella blockchain, ma rimarrà errata. Tuttavia, chiunque pensi che le blockchain sostituiranno i notai si sbaglia perché l'unica cosa che le blockchain possono fare è l'atto di notarizzazione: solo il notaio può verificare la veridicità di un dato. Ciò premesso, tutti i settori che necessitano di attività di notarizzazione sono, potenzialmente, candidabili all'utilizzo delle blockchain.

Stablecoin

Una parola legata alla criptofinanza che ha guadagnato le prime pagine dei notiziari è *stablecoin*. Con questo termine si indica una criptovaluta il cui valore è ancorato a quello di una divisa nazionale (anche detta valuta fiat) o di un altro bene (oro, petrolio…), eliminando l'elevatissimo rischio di volatilità che caratterizza le criptovalute. Il meccanismo sottostante alle stablecoin è sostanzialmente il seguente:

- si raccoglie capitale nella valuta (o altro) che si utilizzerà come sottostante;
- esso viene depositato presso un'entità terza che svolgerà il ruolo di custode;
- vengono emessi i *token*; [8.16]
- i token vengono distribuiti attraverso vendita diretta o tramite *exchange*.[8.17]

Il più noto dei progetti di stablecoin è quello promosso dalla "Libra Association", realtà che ha visto Mark Zuckerberg come principale attore e che sollevò numerose perplessità da parte delle autorità di controllo e delle banche centrali di diversi paesi, già nella fase di annuncio, avvenuta il 18 giugno 2019. Fino alla fine del 2020, è sembrato che il progetto fosse sostanzialmente in stallo, anche a causa di alcune defezioni tra i membri dell'associazione, ma è stato rilanciato il 27 novembre 2020 con l'annuncio del cambio di nome in *Diem Association* e, per la stablecoin, *Diem Dollar*.

Pur non avendo certezze sulla reale futura diffusione del *Diem Dollar*, considerando la base utenti della galassia Zuckerberg, è possibile credere che, enti regolatori permettendo, potrà diventare la più diffusa criptovaluta esistente.

Parlando di enti, il Financial Stability Board, che riunisce le banche centrali e i regolatori finanziari del G20, ha approntato a fine 2020 la bozza delle linee guida per arrivare a una normativa sulle stablecoin entro luglio 2023.

Ad oggi, sono disponibili e liberamente scambiabili alcune stablecoin di cui *Tether* è la più nota. Lanciata il 10 giugno 2014 e ancorata al dollaro USA, ha vissuto numerose controversie legate a una scarsa trasparenza sull'effettiva disponibilità della riserva in dollari che dovrebbe garantire un rapporto 1:1 con il Tether. Ciò nonostante, è largamente scambiata su vari *exchange*, in particolare su "Bitfinex", con cui Tether Limited, la società promotrice della stablecoin, ha sempre avuto stretti legami.

Blockchain for Good

Di blockchain si parla soprattutto dal punto di vista tecnologico, ancora troppo poco per le possibili ricadute a livello sociale del suo utilizzo. Aziende di primaria rilevanza, come IBM, Microsoft, Amazon, Oracle, Baidu, Tencent e molte altre, sono sul mercato con proposte tecnologiche basate su blockchain aventi implicazioni dirette anche nella gestione della *Corporate Social Responsability*.[8.18]

A livello europeo, è da segnalare la *European Blockchain Service Infrastructure* (EBSI), un'infrastruttura portata avanti da 28 Paesi UE con alcuni obiettivi prioritari che hanno profonde implicazioni sociali:

- **s**upportare applicazioni di notarizzazione;
- gestione dei titoli di studio;
- *Self Sovereign Identity* (la gestione della propria identità);
- condivisione affidabile di dati.

Un'infrastruttura europea standardizzata potrà mettere le basi per uno sviluppo notevole delle applicazioni Blockchain in tutti i settori, contribuendo ad aiutare i singoli Paesi, i cittadini e le imprese, nel processo di sviluppo e di adozione dell'*Internet of Value*.

La rete EBSI è costituita da almeno un nodo per ogni membro che ne fa parte (i Paesi EU più Norvegia, Liechtenstein e la Commissione Europea) ed è organizzata su diversi livelli: l'infrastruttura di base, i servizi e le applicazioni specifiche. Dal 2021 è finanziata nell'ambito del programma per l'Europa digitale.

L'innovazione sociale passa quindi, anche, attraverso la blockchain, tant'è che si parla di *Blockchain for Good*. Accenture Labs, nel documento "Blockchain for Good, 4 Guidelines for Transforming Social Innovation Organizations",[8.19] sottolinea la capacità che ha questa tecnologia di contribuire a soddisfare le sfide che pongono quattro elementi chiave per le organizzazioni dedite all'innovazione sociale:

1. *affordability*: la convenienza dei servizi che la utilizzano mantenendo un'alta qualità nell'erogazione degli stessi;
2. *accountability:* la trasparenza nella rendicontazione sull'utilizzo dei fondi è fondamentale in ogni organizzazione, ancor più per quelle finalizzate all'innovazione sociale;
3. *reliability*: l'affidabilità dei flussi finanziari è centrale;
4. *marketability*: dalla ricerca dei fondi al reclutamento dei talenti giusti, è necessario che l'organizzazione abbia processi di comunicazione e commerciabilità sempre efficienti.

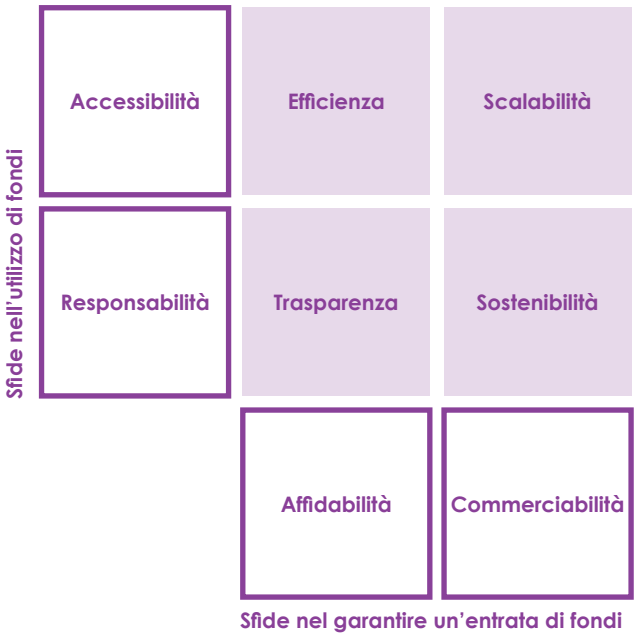


Figura 8.7.
Quattro linee guida per la trasformazione sociale.

8.6. Casi studio di applicazioni Blockchain for Good

8.6.1. Casi studio

SOLshare

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Con l'emergenza del cambiamento climatico che avanza esponenzialmente, è essenziale che fonti di energia rinnovabili siano accessibili a tutta la popolazione. A causa dei costi elevati, infatti, la conversione a sistemi di energia pulita non è una possibilità tangibile per tutte e tutti.

La soluzione individuata.
In risposta all'esigenza di rendere la conversione a un sistema di energia rinnovabile una possibilità per il maggior numero di persone, SOLshare ha sviluppato SOLbazaar, una piattaforma di trading che tramite IoT permette alle persone di commerciare l'energia solare in eccesso generata dai propri sistemi solari domestici.

Impatto
SOLshare ha installato reti di condivisione solare peer-to-peer (P2P), così creando un nuovo approccio rivoluzionario per portare l'elettricità solare a prezzi accessibili, parallelamente rendendone la gestione più efficace. Infatti, lo sviluppo della piattaforma SOLbazaar ha permesso alle persone di commerciare l'energia solare in eccesso generata dai sistemi domestici solari.

OpenMined

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Per questioni di strategia di mercato, privacy e sicurezza, i dati digitali raccolti per fini di ricerca sono spesso privati, centralizzati da coloro che li raccolgono, e qualsiasi uso esterno di tali dati dovrebbe essere strettamente controllato o completamente respinto. Questo porta a una difficoltà di collaborazione notevole, in quanto le informazioni raccolte sono spesso unilaterali e impossibili da analizzare in maniera relazionale. Di conseguenza, i processi di innovazione e avanzamento della conoscenza collettiva risultano lenti e difficoltosi.

La soluzione individuata.
L'analisi dei dati svolta garantendo privacy e sicurezza inizia con la capacità di effettuare analisi computazionale su dati che risiedono in macchine a cui non si ha accesso. Con OpenMined, persone e organizzazioni possono ospitare dataset privati permettendo a scienziati e scienziate di accedervi per elaborarli mantenendone il pieno controllo.

Impatto
La diffusione di dataset condivisi può accelerare enormemente la ricerca scientifica, come dimostrato durante la pandemia di COVID19. In questo senso, OpenMined fornisce un ecosistema di *open data* e *open knowledge* che consente a scienziati e scienziate di accedere a banche dati condivise, offrendo così la possibilità di effettuare ricerche e studi collaborativi e decentralizzati.

TradeLens

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
La documentazione necessaria allo scambio di merci in tutto il mondo è estremamente complessa ed afferisce a numerosi interlocutori che rendono farraginosa la gestione dell'intero processo.

La soluzione individuata.
TradeLens applica la blockchain per lo sviluppo di una piattaforma da condividere con le operatrici e gli operatori del settore logistico. L'iniziativa costruisce così un ecosistema globale di *supply-chain* composto da numerosi attori quali spedizionieri, porti e terminali, vettori marittimi, operatori intermodali, autorità governative e agenti doganali. Di conseguenza, ogni membro dell'ecosistema ha accesso solo alle proprie informazioni e, al contempo, una traccia sicura di tutte le transazioni effettuate.

Impatto
La gestione dei processi burocratici e amministrativi attraverso TradeLens rappresenta un modo efficace per rendere più rapidi ed economici gli spostamenti delle merci. Al momento, il progetto sta gestendo più di 700 milioni di eventi e 6 milioni di documenti all'anno, accelerando il processo decisionale e riducendo gli attriti amministrativi nel commercio. Anche dal punto di vista ambientale, poi, si ha una sensibile riduzione dell'impatto derivante dal trasporto delle merci.

Democracy Earth Foundation

Il problema che l'iniziativa vuole risolvere.
Democracy Earth è una fondazione che vuole rispondere alla crisi della democrazia rappresentativa del 21esimo secolo in maniera innovativa e grazie a sistemi digitali basati su blockchain. Infatti, lo sviluppo della tecnologia blockchain è un punto di svolta per molte industrie, ma cambia anche le possibilità pratiche della democrazia. La tecnologia, infatti, ha il potenziale di innovare il sistema democratico esistente attraverso le qualità intrinseche di decentramento, trasparenza e incorruttibilità.

La soluzione individuata.
L'organizzazione fornisce una piattaforma––"Sovereign"—per costruire paradigmi di governance basati su un ecosistema di transazioni (in questo caso, voti) che siano il più diretti e trasparenti possibili, così permettendo una partecipazione diretta dell'utente a qualsiasi tipo di scopo, in maniera sicura e aperta. Il sistema promosso da Democracy Earth fa riferimento alla cosiddetta "democrazia liquida"; la democrazia liquida è un sistema democratico basato su un modello di rappresentazione dinamica—possibile grazie alla blockchain—che permette ai cittadini di votare su questioni direttamente, o di delegare il loro voto a qualcuno di cui, hanno fiducia, farà una decisione più informata. Dunque, il sistema fonde insieme democrazia rappresentativa e diretta, nel tentativo di adottare e applicare i migliori principi dei due.

Impatto
Diversi partiti e organizzazioni in tutto il mondo hanno deciso di adottare il software sviluppato da Democracy Earth per la costruzione di una democrazia innovativa, partecipativa e trasparente. In particolare, grazie soprattutto alla piattaforma open source Sovereign, la Fondazione dà a persone, partiti politici e organizzazioni la possibilità di adottare un paradigma di governance innovativo, equo e partecipativo.

8.6.2. Spunti di approfondimento

Giveth.io 	Iniziato da WHG di Ethereum per "costruire il futuro del dare" Giveth è una piattaforma gratuita non a scopo di lucro che vuole creare una comunità trasparente e decentralizzata di organizzazioni filantropiche e di beneficenza legate da cause comuni. Utilizzando questo sistema, le organizzazioni di impatto sociale possono connettersi tra di loro per condividere risorse in modo efficace.
Clean Water Coin + CharityWater.org 	Clean Water è un'organizzazione non-profit che ha sviluppato una "Crypto Charity", ovvero una moneta che permette alle comunità di partecipare attivamente per fornire acqua pulita.
Helperbit 	Helperbit è una piattaforma di gestione dei disastri naturali in caso di eventi catastrofici. L'obiettivo è quello di responsabilizzare gli individui e le organizzazioni offrendo strumenti avanzati in grado di mitigare inefficienze, lentezza e problemi di opacità. A tal fine, il progetto fonde il potenziale analitico dei sistemi informativi geografici con l'efficienza, la velocità e la trasparenza della tecnologia blockchain.
Provenance 	Provenance utilizza la tecnologia blockchain per tracciare i prodotti attraverso la catena di fornitura: materiali, ingredienti e impatto, per fornire ai consumatori e le consumatrici una maggiore trasparenza circa l'autenticità e l'origine di un prodotto. Il suo utilizzo della tecnologia permette all'utente e le utenti di vedere ogni fase che il prodotto ha percorso durante il processo di produzione: dove si trova, chi lo ha, e per quanto tempo.

Alice

Alice è una piattaforma di social funding e impact management costruita sulla blockchain Ethereum che incentiva le organizzazioni sociali a gestire i progetti in modo trasparente. La performance di ogni progetto è pubblicamente disponibile, rendendo più facile per i soggetti finanziatori (come organizzazioni filantropiche, investitori di impatto, piccoli donatori) identificare e aiutare a scalare progetti sociali che funzionano davvero.

Code to Inspire

È la prima scuola di programmazione per giovani donne in Herat, Afghanistan. Le studentesse imparano a sviluppare software, graphic design e attività connesse. La scuola le assiste anche per trovare opportunità di lavoro e le paga in criptovalute quando le loro competenze sono messe a disposizione dei clienti. Questo le porta a sviluppare responsabilità finanziaria e *self-sovereignty*.[8.20]

Note

8.1. *La Blockchain spiegata in maniera semplice: Significato e applicazioni.* (n.d.). Accesso effettuato il 14 Gennaio 2021: https://blog.osservatori.net/it_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni

8.2. Ibid.

8.3. In questo capitolo si indicherà con Blockchain la tecnologia descritta da Satoshi Nakamoto, si utilizzerà invece *blockchain* per tutte le varianti successive.

8.4. Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Cryptography Mailing List at https://www.google.com/url?q=https://bitcoin.org/bitcoin.pdf&sa=D&ust=1611575303795000&usg=AOvVaw2CKTp-8gxTykGyORemRlhd

8.5. Per una descrizione di massima sul tema del meccanismo di consenso, alquanto articolato e complesso, si rimanda a questo articolo: Binance Academy. (n.d.). Cos'è un Algoritmo di Consenso Blockchain? *Binance Academy*. Accesso effettuato il 14 Gennaio 2021: https://academy.binance.com/it/articles/what-is-a-blockchain-consensus-algorithm

8.6. Perché possiamo essere protagonisti di un cambiamento epocale. (2018, January 1). *Steemit*. https://steemit.com/blockchain/@macmax/perche-possiamo-essere-protagonisti-di-un-cambiamento-epocale

8.7. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2018). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World. Penguin.

8.8. Il primo blocco della blockchain di Nakamoto, contenente 50 bitcoin, fu rilasciato il 3 gennaio 2009 e contiene un messaggio dello stesso Nakamoto: "*The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks*" ("03/gen/2009 Il cancelliere sull'orlo del secondo salvataggio delle banche").

8.9. *Consultazione Blockchain*. (n.d.). Mise. Accesso effettuato il 14 Gennaio 2021: https://www.mise.gov.it/index.php/it/consultazione-blockchain.

8.10. Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D. & Buckley, N. (2016). Aligning the Organization for Its Digital Future. Deloitte University Press. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Consulting/2016_MIT_Deloitte-Aligning-Digital-Future.pdf.

8.11. DESI by components—Digital Scoreboard—Data & Indicators. (n.d.). Accesso effettuato il 19 Gennaio 2021: https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi_2_hc%22,%22breakdown-group%22:%22desi_2_hc%22,%22unit-measure%22:%22egov_score%22,%22time-period%22:%222020%22}

8.12. Hyperledger è un progetto open source avviato a dicembre 2015 dalla Fondazione Linux. Hyperledger Fabric è una delle implementazioni disponibili che annoverano, tra le altre, Hyperledger Sawtooth, promosso da Intel.

8.13. Daniela Tumietto. (2020, February 19). Blockchain, che deve sapere un'azienda prima di adottarla. Agenda Digitale. https://www.agendadigitale.eu/documenti/blockchain-che-deve-sapere-unazienda-prima-di-adottarla/

8.14. Forma di società basata sul dominio degli algoritmi

8.15. Studio dei problemi e dei risvolti etici connessi all'applicazione degli algoritmi

8.16. Un token è un insieme di informazioni digitali all'interno di una blockchain che conferiscono un diritto a un determinato soggetto, la tokenizzazione è la conversione dei diritti di un bene in un token digitale registrato su una blockchain

8.17. Piattaforme online che permettono di acquistare e vendere le principali criptovalute presenti nell'ecosistema criptovalutario.

8.18. Questo è ciò che propone IBM https://www.ibm.com/blockchain/for-good

8.19. AccentureLabs. (2017). Blockchain for Good. https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-68/accenture-808045-blockchainpov-rgb.pdf

8.20. Ferdous, M. S., Chowdhury, F. and Alassafi, M. O. (2019) 'In Search of Self-Sovereign Identity Leveraging Blockchain Technology', IEEE Access, 7, pp. 103059–103079. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2931173.

Conclusioni

Questo report ha presentato una panoramica delle più diffuse e discusse tecnologie emergenti, esaminandole in relazione al loro ruolo nel raggiungimento dei 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile stabiliti dalle Nazioni Unite nel 2015.

Ogni capitolo ha infatti illustrato la storia e il funzionamento della tecnologia in questione, per poi offrire una serie di linee guida di buon utilizzo della stessa, contestualizzandone le potenzialità. Sembrerebbe infatti che le tecnologie emergenti rappresentino un'importante opportunità per far sì che i 17 SDGs vengano raggiunti in modi creativi, olistici e partecipati.

Tuttavia, al contempo, è fondamentale notare come quelle stesse opportunità siano spesso accompagnate da sfide e rischi nuovi e paralleli. A seguito delle analisi condotte, e come illustrato nella sezione introduttiva, abbiamo individuato tre principali priorità del futuro: (1) Favorire la connessione tra problemi e soluzioni, accrescendo la conoscenza dell'impatto della tecnologia nello sviluppo sostenibile, collaborando in team multidisciplinari, e sviluppando soluzioni user-centered, (2) Aumentare l'impatto delle soluzioni sviluppate, sviluppando idee pragmatiche e combinando diverse tecnologie emergenti tra loro e con soluzioni consolidate, e (3) Rafforzare l'ecosistema di innovazione, aumentando gli investimenti a supporto di soluzioni Tech for Good, favorendo collaborazioni multi-stakeholder coinvolgendo le istituzioni pubbliche.

Infine, a conclusione di questo report, presentiamo i prossimi passi per il Social Tech Lab e Nesta Italia rispetto all'avanzamento dell'utilizzo delle tecnologie emergenti per il raggiungimento di un bene comune.

I prossimi passi per Nesta Italia

Il Social Tech Lab, programma di Nesta Italia, all'interno del quale queste report è stato concepito, promuove lo sviluppo e l'utilizzo di soluzioni tecnologiche di impatto sociale per il raggiungimento degli SDGs. La visione del programma è quella di diventare punto di riferimento nazionale e internazionale per identificare e comprendere le opportunità di impatto sociale create dalle tecnologie emergenti, e attuare progetti che possano coinvolgere sistema territoriale, popolazione locale, imprese, startup, e investitori. Nel concreto, il Social Tech Lab promuoverà attività continuative di ricerca, divulgazione e formazione volte ad avvicinare enti del terzo settore e organizzazioni del territorio alle potenzialità delle tecnologie emergenti per meglio venire incontro alle sfide sociali da essi riscontrate. Grazie al sostegno di Fondazione Compagnia di San Paolo, questa metodologia sarà sperimentata in Piemonte e potrà essere replicata a livello nazionale.

Lavoreremo con Fondazioni, centri di ricerca, acceleratori e incubatori, la comunità locale e le istituzioni per promuovere conoscenza attraverso report, formazione attraverso workshop e per stimolare vere e proprie idee innovative, coinvolgendo i cittadini e la comunità nell'identificazione dei temi e sfide più pressanti per il territorio. Quest'attività sarà propedeutica al lancio di uno o più Challenge Prize rivolti a tutti gli innovatori e le organizzazioni che sapranno identificare soluzioni promettenti, basati sulle tecnologie emergenti, alle sfide sociali poste tramite questo strumento. Per approfondire vi consigliamo la Guida Pratica ai Challenge Prize di Nesta, disponibile in italiano sul nostro sito.

Le migliori soluzioni verranno accompagnate attraverso un percorso di accelerazione e capacity-building volte a sostenere e promuovere lo sviluppo concreto di idee nuove e creative. Questa metodologia sarà alla base di tutte le attività del Social Tech Lab. Con questo programma intendiamo innescare idee, mobilitare capitali, diffondere conoscenza a accrescere competenze e partecipazione per la costruzione di un ecosistema di innovazione che incoraggi e sostenga la sperimentazione e utilizzo consapevole di soluzioni tecnologiche per venire incontro agli obiettivi di sviluppo sostenibile e rispondere alle sfide sociali, economiche, psicologiche ed ecologiche che stanno affrontando le nostre città e il nostro Paese, anche a causa della crisi attuale che stiamo vivendo.

Ringraziamo la Compagnia di San Paolo per il sostegno in questo ambizioso progetto e tutti i partner che sposeranno questa visione nell'anno corrente e in quelli a venire.

Lista di Abbreviazioni

Acido Polilattico (PLA);
Acrilonitrile Butadiene Stirene (ABS);
Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS);
Agenzia per Rifugiati delle Nazioni Unite (UNCHR);
Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (AIxIA);
Associazione Italiana Sviluppo Marketing (AISM);
Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana (AOUP);
Brain-Computer Interface (BCI);
ColorJetPrinting (CJP);
Commissione Economica per l'America Latina e i Caraibi (ECLAC);
Destination Earth (DestinE);
Digital Currency Electronic Payment (DCEP);
Digital Light Processing (DLP);
Dispositivo a Dispositivo (D2D);
Distributed Denial of Service (DDoS);
Distributed Ledger Technologies (DLT);
Enhanced mobile broadband (eMBB);
European Blockchain Service Infrastructure (EBSI);
Fabbricazione a Fusione di Filamento (FFF);
Fantastic Plastic Elastic (FPE);
Financing for Sustainable Development Report (FSDR);
Fondazione Compagnia di San Paolo (CSP);
Fondo Monetario Internazionale (FMI);
Fused Deposition Modeling (FDM);
Garbage in, garbage out (GIGO);
General Data Protection Regulation (GDPR);
Indagini Etiche, Legali, Sociali ed Economiche (ELSE);
Intelligenza Artificiale (IA);
Internet of Things (IoT);
Information and Communication Technologies (ICT);
International Telecommunication Union (ITU);
Internet of smart Agriculture (IOsA);
Internet of smart Cities (IOsC);
Internet of smart Energy (IOsE);
Internet of smart Environment (IOsE);
Internet of smart Health (IOsH);
Internet of smart Industry (IOsI);
Internet of smart Living (IOsL);
Internet Protocol (IP);
Istituto Italiano di Robotica e Macchine Intelligenti (I-RIM);
Istituto Italiano di Tecnologia (IIT);
Istituzioni Nazionali per i Diritti Umani (NHRI);
Laboratorio di Sistemi Autonomi Intelligenti (IAS-Lab);
Machine-to-machine (M2M);
Massachusetts Institute of Technology (MIT);
Massive machine-type communications (mMTC);
Memoria ad Accesso Casuale (RAM);
Micro Elettromeccanici (MEMS);
Multidimensional Poverty Index (MPI);

MultiJet Printing (MJP);
Nazioni Unite (ONU);
Obiettivi di sviluppo Sostenibili (SDGs);
Open BioMedical Initiative (OBM);
Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura;
Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO);
Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS);
Parallel Distributed Processing Group (PDP);
Peer-to-peer (P2P);
Personal Area Network (PAN);
Piccole medie imprese (PMI);
Polistirene ad alto impatto (HIPS);
Politecnico Federale di Zurigo (ETH Zurich);
PoliViniAlcol (PVA);
Prolog (PROgramming in LOGic);
Proof of Concept (PoC);
Proof of Stake (PoS);
Proof of Work (PoW);
Qualità dei Servizi (QoS);
Quadri integrati di finanziamento (INFF);
RFID (Radio Frequency Identification);
Realtà Aumentata (AR);
Realtà Virtuale (VR);
Reti di sensori Wireless (WSN);
Rete Locale (LAN);
Sinterizzazione Laser Selettiva (SLS);
Sistemi Domestici Solari (SHS);
SoftHand Pro (SHP);
Software-defined networking (SDN);
Spettro dell'onda millimetrica (mmWave);
Standard Triangle Language (STL);
Stereolitografia (SLA);
Stati Insulari in via di Sviluppo (SIDS);
Steep (Society, Technology, Environment, Economics; Politics);
Tecnologie dell'InterAzione (IAT);
Third Generation Partnership Project (3GPP);
Ultra-reliable low latency communication (uRLLC);
Ultra Wideband (UWB);
Unione Europea (UE);
United Nations Development Program (UNDP);
United Nations Development System (UNDS);
Virtualizzazione delle funzioni di rete (NFV);
Wide Area Network (WAN).

social tech • lab —

nesta Italia

Via Maria Vittoria 38,
10123, Torino

info@nestaitalia.org
@nesta_it
www.facebook.com/Nesta.Italy
www.nestaitalia.org

Nesta Italia è il nome operativo di Fondazione Innovazione Sociale per l'Italia (FISI), una fondazione indipendente senza finalità di lucro con sede legale in Via Valeggio 5, 10128, Torino. L'utilizzo del brand Nesta Italia è concesso su licenza da Nesta. CF 97823530015

Con il supporto di

Compagnia di San Paolo

978-88-944734-4-5

CC BY NC SA