

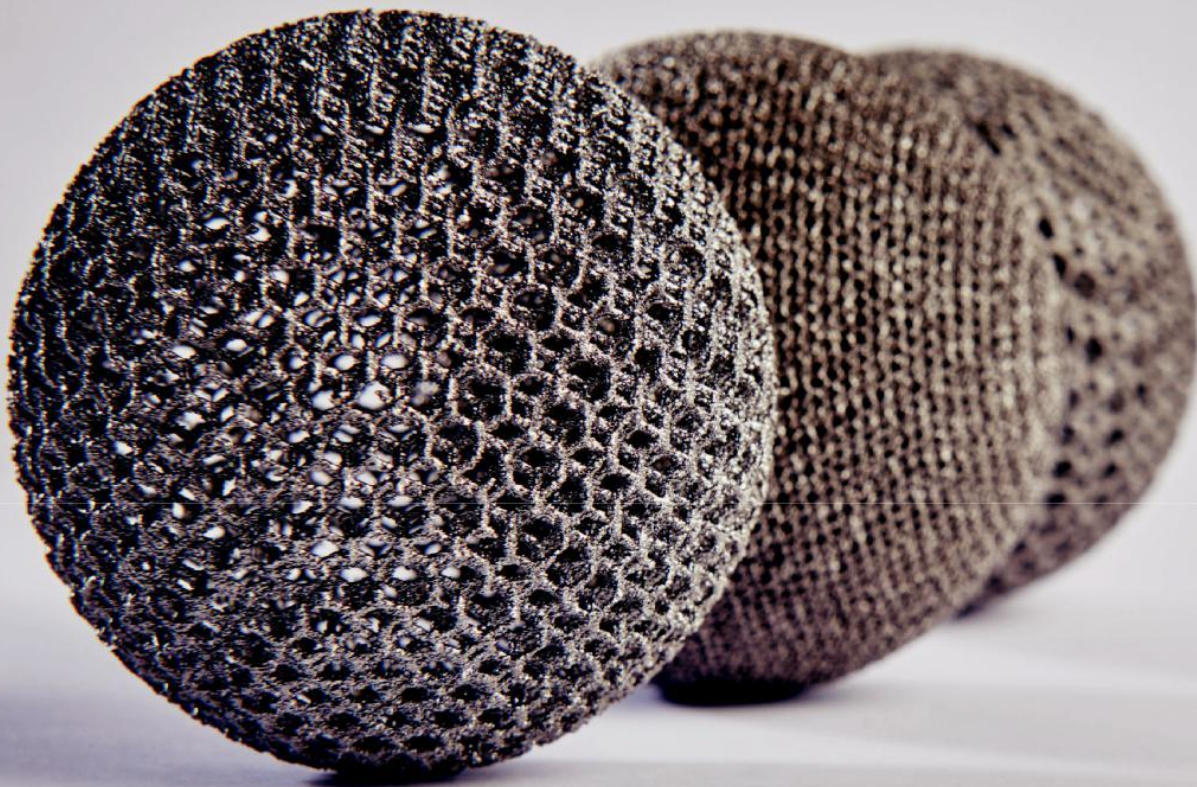


CONFINDUSTRIA
Veneto SIAV S.p.A.

Fondirigenti
Innovatori per formazione

ADDITIVE

MANUFACTURING



Review tecnologica, costruzione del network dei centri per
l'innovazione del Veneto e strutturazione dei relativi servizi
CIG Z7F1EEBEE8 – 15/11/2017

| ADDITIVE MANUFACTURING |

«La stampa 3D potrebbe avere sul mondo un impatto così profondo come lo ebbe l'avvento della fabbrica (...) sta arrivando, ed è probabile che sovverta ogni campo che tocchi»

The Economist, editoriale 2011

La definizione

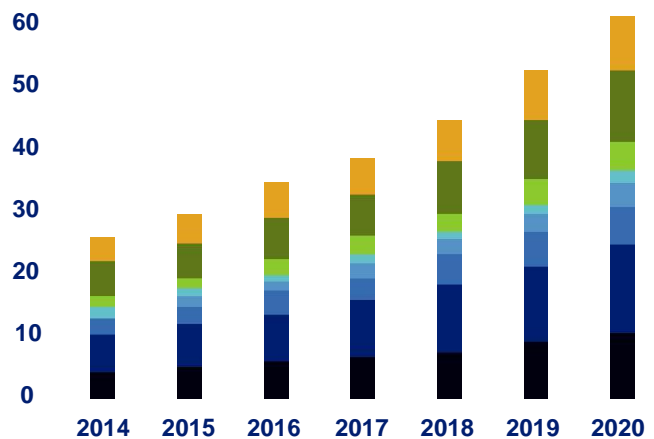
La produzione additiva è un processo di unione dei materiali – di solito uno strato sopra l'altro – per fabbricare oggetti sulla base dei dati relativi a un modello computerizzato tridimensionale, in opposizione alle tecnologie di produzione sottrattiva.

Consiste nel trasformare un modello 3D in un oggetto concreto: questa tecnica si basa sulla suddivisione di una forma virtuale 3D in un numero di sottili strati 2D. Questi strati vengono poi depositati fisicamente, uno ad uno, da una stampante (la macchina di produzione additiva), fissando ogni strato su quello precedente e ricostituendo un oggetto tridimensionale reale. Si possono utilizzare diversi tipi di materiali, da polimeri e prodotti organici a ceramiche e metalli.

Quali sono le principali differenze tra la produzione additiva e i processi convenzionali di industria?

1. I processi industriali tradizionali si basano su metodi sottrattivi (cioè sulla rimozione di materiale), quali la fresatura, la tornitura, la molatura e il taglio con cesoia.
2. La produzione additiva si basa, invece, sull'aggiunta di materiale, cioè sulla sua deposizione in strati consecutivi al fine di ottenere un oggetto tridimensionale.
3. Nella produzione additiva, l'oggetto 3D viene digitalizzato in un file CAD e scomposto in vari strati prima di essere prodotto per singoli step grazie ad inchiostri e materiali aggiuntivi (come plastica, metallo e ceramica).

Il grafico mostra il valore sul mercato dei materiali di stampa, dal 2014 al 2020.



Storia. Si tratta di un processo di estrusione dei materiali inventato da Scott Crump con il nome di Fused Deposition Modeling (FDM) alla fine degli anni '80.

Processo. Consiste nel comporre strati sottilissimi di plastica fusa ed estrusa attraverso un ugello riscaldato, sovrapponendoli uno sopra l'altro per creare l'oggetto desiderato. La tecnica FDM è utilizzata dalla maggior parte delle stampanti 3D.

Materiali di consumo. In questo processo di produzione additiva vengono spesso usati polimeri termoplastici come l'ABS e polimeri biodegradabili come il PLA. Questi materiali, se riscaldati, diventano malleabili e si solidificano di nuovo quando vengono raffreddati; sono confe-

zionati in bobine di filamento.

L'ABS (acronitrile-butadiene-stirene) è un termopolimero con una buona resistenza agli urti. Viene utilizzato negli elettrodomestici, nei giochi di costruzione (Lego), per produrre aspirapolveri, rotelle, scocche degli scooter e soles delle scarpe sportive.

Il PLA (acido polilattico) è un polimero di origine biologica, bio-assimilabile e biodegradabile. È spesso utilizzato nell'industria alimentare, farmaceutica e medica.

Tipi di produzione. Prototipi, modelli. **Stampanti.**

Raise3D N2 Dual, Ultimaker 2, Zortrax M200, Flashforge, Witbox 2, Pharaoh XD, Zortrax Invention, BigRep One, BCN3D, Mass Portal.

| COME FUNZIONA |

Il processo

Quali sono gli step della produzione additiva?

CAD. Modello CAD 3D e mesh poligonale (letteralmente maglia o rete: è un insieme di vertici, spigoli e facce che definiscono la forma di un oggetto tridimensionale). In questa fase l'obiettivo è la creazione di un file .STL e cioè la definizione della forma geometrica del pezzo da stampare, della superficie esterna di un oggetto nello spazio. Questa struttura viene definita da un parametro chiamato errore cordale: rappresenta la distanza massima tra la corda e la superficie iniziale. Più basso è il parametro e più la struttura è vicina alla superficie del modello CAD. Una tecnica alternativa per ottenere un modello numeri-

co è il reverse engineering: consiste nel misurare un oggetto al fine di ricostruire numericamente la sua geometria. Tale idea viene frequentemente associata alle tecniche di ricostruzione delle superfici geometriche: permettono la trasformazione di una nuvola di punti ottenuti dal sistema di digitalizzazione 3D, in un modello con volume o superficie tridimensionale utilizzabile dal software di progettazione assistita (CAD).

Preparazione stampa. Definizione supporti e condizioni del materiale di deposizione.

Stampa finale. Stampa 3D, produzione del layer e creazione dell'oggetto finale.



Modi d'uso della stampa 3D nel mercato attuale.

A proposito di AM | 1

La produzione additiva permette di realizzare complesse geometrie interne. Oltre alla possibilità di creare forme impossibili da realizzare con altri tipi di processi, riduce anche il numero di pezzi necessari per produrre le strutture stesse.

Nei processi di produzione additiva si genera un forte gradiente di temperatura, a causa del quale il pezzo può deformarsi: in questi casi la geometria e l'integrità della forma sono compromesse.

Gli strumenti

In generale sono necessarie varie applicazioni software per stampare un oggetto:

1. Software di modellazione 3D (software CAD)
2. Software per convertire i file .STL in file .Gcode
3. Software dedicati alla stampa 3D (software host della stampante).

Software di modellazione 3D (software CAD) troviamo:

1. Software gratuiti: FreeCAD, OpenSCAD, QCAD (2D) Blender.
2. Software a pagamento: CATIA, AutoCAD, SolidWorks, Rhino.

Software per creare i vari strati (Slicer)

La stampante 3D può creare un solo strato per volta, dun-

que il modello deve essere tagliato in più fette 2D da stampare in sequenza. Il software Slicer scompone il modello CAD tridimensionale, dividendolo in strati, e genera il tracciato che l'ugello della stampante dovrà seguire durante la deposizione del materiale fuso.

Concretamente, produce un file G-code, contenente una serie di codici testuali e liste di coordinate di punti (x, y, z) utilizzati per descrivere la traiettoria e stampare il modello 3D desiderato.

Lo Slicer utilizza diversi parametri per determinare il percorso quali il diametro dell'ugello, il movimento e la velocità di stampa, l'altezza dello strato, la densità di riempimento. Alcuni esempi di Slicer (software a stratificazione sequenziale) sono Cura, Simplify3D e Slic3r.

| GUIDA ALLA SCELTA |

Le tipologie

Esiste una classificazione dei processi additivi in sette categorie:

Stereolitografia (utilizzare la luce per polimerizzare un fotopolimero liquido).

Principio. La fotopolimerizzazione di una resina liquida permette di costruire un pezzo strato per strato. Si basa sull'uso di una resina polimerica sciolta e inserita in una vasca: la luce provoca l'indurimento della resina, uno strato alla volta, nei punti necessari per produrre il pezzo. Una volta indurito uno strato, quest'ultimo scala di un livello spinto da una base, per consentire la costruzione dello strato successivo.

A seconda dei casi, la resina viene indurita tramite un processo di fotopolimerizzazione oppure con i raggi UV.

Materia prima. Resina sintetica.

Processo secondario. Pulizia, asportazione del materiale di supporto, polimerizzazione successiva con esposizione ulteriore ai raggi UV.

Pro e contro. I vantaggi rispetto ad altri processi di produzione sono la forma geometrica ottenuta e l'aspetto superficiale, la velocità nella creazione dei pezzi e la possibilità di produrre prodotti pesanti (no limiti di dimensione).

Gli svantaggi sono riscontrabili nel tempo necessario per i processi secondari, nell'uso limitato alle resine fotosensibili, nella necessità di elementi di rinforzo e di una fase supplementare di indurimento.

A proposito di AM | 2

Ultimaker 2 è una delle macchine più rinomate e consigliate: si tratta di una stampante 3D prodotta da un'azienda olandese. È presente sul mercato dal 2013 ed è considerata una delle migliori stampanti a basso costo. Ultimaker 2 è stata progettata per realizzare stampe 3D facilmente e in maniera flessibile.

Nella sua categoria è considerata una stampante veloce e corretta: la sua precisione orizzontale è 12,5 µm; la precisione verticale è 5 µm. La stampante Ultimaker utilizza la tecnologia FDM della produzione additiva: l'ugello di estrusione si sposta orizzontalmente lungo gli assi X e Y, mentre la base della stampante si sposta nella direzione Z.

Material jetting (depositare goccioline di materiale).

Principio. Il Polyjet o Material jetting consiste nel proiettare goccioline fini di cera fusa o materiali fotosensibili allo stesso modo di una stampante a getto di inchiostro. Nel caso della cera fusa l'aderenza si ottiene con la solidificazione, mentre con i materiali fotosensibili, un raggio UV rinforza ogni strato dopo la deposizione.

Materia prima. Fotopolimero liquido o cera fusa. **Processo secondario.** Asportazione del materiale di supporto, successiva polimerizzazione con esposizione ulteriore ai raggi UV.

Pro e contro. I vantaggi rispetto ad altri processi di produzione additiva sono la forma geometrica ottenuta e l'aspetto superficiale, la possibilità di usare vari materiali e la velocità nella produzione dei pezzi.

Gli svantaggi si ritrovano nel processo limitato a resine fotosensibili o cera calda e nell'uso necessario di una base.

Fusione a letto di polvere (utilizzo di energia termica per fondere selettivamente).

Principio. Il powder bed fusion consiste nel fondere il materiale – che a sua volta forma un letto di polvere – in punti specifici, utilizzando un laser o un fascio di elettroni. Una volta solidificato uno strato, una testina applicherà un altro strato di materiale (non è necessariamente richiesto un supporto per quanto riguarda i pezzi fatti di polimeri, in quanto il letto di polvere funge da base di appoggio). Questo processo è adatto per i metalli e le plastiche, tuttavia pochissime macchine sono in grado di utilizzare entrambi i materiali. Per quanto riguarda i prodotti metallici, servono supporti e ancoraggi per fissare i pezzi alla base: l'obiettivo è limitare la deformazione dell'oggetto a causa del peso e delle sollecitazioni termiche.

Materia prima. Polveri di vario tipo come polimeri termoplastici, metalli e leghe di metallo, ceramiche.

Processo secondario. Rimozione della polvere e dei supporti, operazioni di finitura per migliorare la qualità geometrica e l'aspetto superficiale (sabbatura, fresatura, rettifica, lucidatura) o per potenziare le proprietà meccaniche.

Pro e contro. I vantaggi sono i materiali di base riciclabili, l'ampia gamma di prodotti utilizzabili, la velocità di produzione e le caratteristiche meccaniche dei pezzi prodotti. Mentre gli svantaggi rispetto ad altri processi di produzione additiva sono la necessità di un'operazione successiva alla produzione per migliorare l'aspetto superficiale e i supporti in caso di pezzi metallici.

| GUIDA ALLA SCELTA |

Binder jetting (depositare selettivamente un collante per cementare il materiale polverizzato).

Principio. Consiste nel proiettare un getto di legante su uno strato in polvere per solidificarlo sul posto grazie a una reazione chimica o termica. Una volta solidificato uno strato, una testina a rullo applicherà un altro strato di materiale. Non è necessario un supporto, il letto di polvere funge da base. Questa tecnologia permette la proiezione di colla colorata per creare prodotti di vari colori.

Materia prima. Polvere o miscela di polveri.

Processo secondario. Rimozione della polvere, impregnazione o infiltrazione di un materiale liquido per garantire la robustezza del pezzo.

Pro e contro. I vantaggi rispetto ad altri processi di produzione additiva sono l'adattabilità a materiali leggeri, la possibilità di aggiungere colori e il supporto integrato non necessario. Gli svantaggi: richiede una fase post-produttiva per solidificare il pezzo, la fragilità e il costo dei materiali.

Deposizione a fascio di energia (utilizzare l'energia termica focalizzata su un punto per fondere i materiali che si depositano).

Principio. La Energy beam deposition consiste nel proiettare polvere o depositare un filamento, con l'ausilio di un ugello, sul materiale fuso a contatto con la superficie di un substrato. Per la fusione viene generalmente utilizzato un laser e il pezzo viene costruito grazie al movimento dell'ugello e del substrato che poggia su una base: è quindi possibile stampare su un oggetto esistente, oppure creare prodotti costituiti da materiali diversi.

Materia prima. Polvere o filamento, generalmente metallici. Per alcune applicazioni si possono aggiungere particelle di ceramica al materiale di base.

Processo secondario. Miglioramento dello strato superficiale (tramite fresatura, lucidatura, sabbiatura) e potenziamento delle caratteristiche meccaniche con trattamenti termici.

Pro e contro. I vantaggi: non è necessario alcun supporto, è possibile riparare o aggiungere funzioni ai pezzi esistenti, nonché produrre pezzi composti da materiali multipli. L'ingombro limitato della macchina e l'utilizzo di un materiale singolo. Gli svantaggi rispetto ad altri processi di

Estrusione (usare l'energia termica del materiale tramite un ugello od orifizio).

Principio. Consiste nel depositare un filamento di materiale estruso attraverso un ugello – che viene riscaldato per far fondere il materiale – o una testina stampante. Il flusso può essere interrotto e avviato nuovamente ogni qualvolta sia necessario. Ogni strato si solidifica per raffreddamento e l'oggetto viene prodotto con l'accrescimento di una serie di strati orizzontali. Si possono utilizzare materiali diversi sia per il pezzo che per i supporti, solitamente si prediligono plastica e metallo.

Materia prima. Termoplastiche e ceramica strutturale.

Processo secondario. Rimozione dei supporti.

Pro e contro. I vantaggi rispetto ad altri processi di produzione additiva sono la velocità di produzione, il costo delle sostanze e della macchina, l'ingombro limitato e l'uso di un singolo materiale (o di un materiale abbinato ad un legante). Gli svantaggi sono la necessità di supporti, la carente solidità e qualità dei pezzi prodotti.

produzione additiva sono la necessaria operazione di finitura, il consistente prezzo della macchina e la limitata varietà di materiali disponibili.

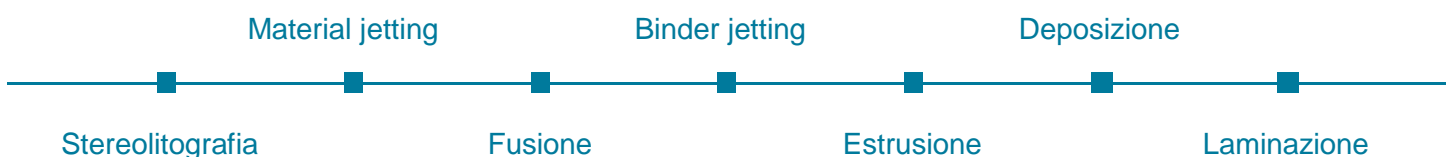
Laminazione (formare strati di materiale per ottenere un oggetto).

Principio. La laminazione consiste nel tagliare uno strato sottile di materiale e poi incollarlo o saldarlo al pezzo in costruzione. Questo processo è particolarmente adatto per modelli e prototipi.

Materia prima. Materiali in strati solidi come carta, lamiera e polimeri.

Processo secondario. Asportazione dei rifiuti prodotti dal taglio, potenziamento delle caratteristiche meccaniche (sinterizzazione, infiltrazione, trattamento termico) e miglioramento dell'aspetto superficiale (sabbiatura, fresatura).

Pro e contro. I vantaggi rispetto ad altri processi di produzione additiva sono le dimensioni dei pezzi prodotti e la precisione del taglio. Mentre tra gli svantaggi troviamo la necessaria fase di finitura e la produzione di scarti (ritagli di lamiera).





| QUAL È IL POTENZIALE |

I vantaggi

Alcuni vantaggi rispetto ai processi convenzionali:

1. Le fasi operative tra il modello CAD e la produzione del pezzo si riducono.
2. In genere, servono meno risorse umane vista l'elevata automazione.
3. È possibile produrre una notevole varietà di forme geometriche, ad esempio producendo pezzi ottimizzati dal punto di vista della topologia o che presentano scanalature interne.
4. Questo tipo di produzione risulta molto veloce per piccoli pezzi di forma complessa. Nelle aziende si osserva uno spreco minore di materiale.
5. È possibile ricostruire componenti danneggiate di oggetti esistenti, in base al materiale di cui è costituita la parte specifica da ripristinare.

Gli svantaggi

Alcuni svantaggi rispetto ai processi convenzionali:

1. Numero limitato di materiali utilizzabili, la produttività delle macchine è generalmente bassa, la qualità dei prodotti varia notevolmente, con la necessità di effettuare operazioni di finitura.
2. Costo relativamente alto delle attrezzature e dei materiali di consumo.
3. Non sempre adattabile a pezzi molto semplici o di grandi dimensioni, oppure a serie di produzione con volumi elevati.
4. Non sempre adatto per fabbricare pezzi a basso valore aggiunto.
5. Esposizione dei lavoratori a materiali pericolosi, calore, fonti laser.

A proposito di AM | 3

MEDICINA INSEGNAMENTO ARCHITETTURA
 PRODOTTI DI CONSUMO
 AUTOMOBILI MILITARE AEROSPAZIALE
 ALTRO MACCHINE AZIENDAL

Il grafico mostra i principali settori d'impiego della stampa 3D, nel mercato attuale.

In Olanda è spuntato il primo ponte al mondo nato da una stampante: ci sono voluti tre mesi e il materiale usato è il cemento. Gli strati sono ben 800 mentre le dimensioni del ponte sono relativamente piccole.

Si parla di una passerella di otto metri di lunghezza, pensata soprattutto per permettere a ciclisti e pedoni di attraversare un canale.

Le soluzioni

Quali sono i bisogni relativi al processo di distribuzione del materiale?

Ogni punto del pezzo da produrre deve essere accessibile durante il ciclo di produzione. Per questo la deposizione degli strati deve essere:

1. Meccanizzata per garantire un posizionamento sicuro.
2. Automatizzata per ridurre i tempi di produzione.

Il materiale deve cambiare in breve tempo durante la sua distribuzione, per non penalizzare la produttività. Inoltre, l'intero volume dell'oggetto da produrre deve essere ben definito (per evitare che, in base al suo baricentro, il pezzo perda stabilità).

1. Aggiunta di ancoraggi agli strati per garantire precisione geometrica.

2. Utilizzo di strati sottili paralleli all'asse di laminazione per migliorare la descrizione dei dettagli del pezzo. La distribuzione del materiale dovrebbe essere la più fine possibile per ottenere la precisione geometrica e l'aspetto superficiale necessari per i pezzi da produrre.

1. Utilizzo di uno strumento per la creazione di modelli numerici al fine di simulare la forma delle "fette".
2. Il materiale deve essere finemente divisibile e solidificarsi nei tempi indicati.

Federico Ferrazza

Viviamo nel miglior momento della storia (ma non ce ne rendiamo conto)

Perché ci sembra che vada tutto peggio, anche se i numeri ci dicono il contrario?
Le spiegazioni sono due e un editoriale di Wired le ha riassunte.

Le elezioni presidenziali negli Stati Uniti, vinte da Donald Trump, hanno generato un dibattito attorno alle domande: “I social network ci fanno vivere in bolle mediatiche frequentate solo da chi ha idee simili alle nostre?” e “Queste bolle alterano la nostra percezione della realtà?”.

I due quesiti hanno aperto una discussione sull’attuale scarsa capacità predittiva degli eventi, manifestata – nel caso della vittoria di Trump – dai sondaggi e dalla maggior parte degli articoli dei giornali, che pronosticavano un’affermazione (quasi) certa della candidata democratica Hillary Clinton.

In realtà la questione è molto più ampia. E riguarda non solo i social media, ma l’intero sistema che contribuisce alla comprensione e alla lettura del mondo da parte dei cittadini.

Paul Dolan, professore di Scienze comportamentali alla London School of Economics and Political Science, ha studiato la questione, concludendo che l’umore e la fiducia nel futuro delle persone sono condizionati da singoli eventi che, seppur di grande impatto mediatico, si devono considerare effimeri rispetto a trend molto più grandi.

Se infatti dicessimo che «il mondo sta meglio rispetto a vent’anni fa», solo una minoranza crederebbe a questa affermazione.

Eppure le cose stanno proprio così. Lo dicono i numeri su scala mondiale. Prendiamo quelli sull’indigenza. Nel 1970 il 60% delle persone viveva sotto la soglia di povertà, nel 2015 il dato è sceso al 9,6%. In numeri assoluti siamo passati da 2,2 miliardi a 700 milioni.

Altri trend positivi sono quelli sulla salute. L’aspettativa di vita nel 1950 era di 48 anni, mentre oggi è di oltre 71; nel 1960 ogni mille bambini nati, 181 morivano prima dei cinque anni, nel 2015 siamo intorno a 45.

Anche per la scolarizzazione si è registrato un miglioramento: 65 anni fa gli analfabeti erano il 64%, oggi non superano il 15%.

Di dati simili se ne possono citare molti: da una decrescita, dal 1960 in poi, del numero di omicidi e di attentati terroristici (sì, anche quelli sono di meno: negli anni ’70 e ’80 del secolo scorso furono più frequenti e uccisero più persone degli ultimi 20 anni), fino a un incremento della tutela dei diritti umani.

Nonostante questo, la percezione (sbagliata) che si ha dell’epoca che stiamo vivendo è quella di un periodo di declino. Si spiegano così fenomeni come la Brexit o l’elezione di Trump: in entrambi i casi le persone hanno mostrato un disagio e una forte richiesta di cambiamento.

Ma allora perché, anche se il mondo va meglio, ci sembra che vada peggio? Le spiegazioni sono due. Una è nella natura dei cambiamenti. Quelli positivi sono caratterizzati da trend lenti e costanti, non correlati a fatti eclatanti (attentati terroristici, tsunami e così via). Difficilmente quindi trovano spazio nella discussione pubblica, sia essa sui giornali, sui social media, in famiglia o al bar tra amici.

La seconda spiegazione è di Martin Seligman, professore di Psicologia all’università della Pennsylvania. Seligman mette in relazione la fiducia nel presente e nel futuro con il controllo. In altre parole, è probabile che si sia positivi sulla nostra vita (non ci ammaliamo di cancro anche se fumiamo, non moriremo in auto anche superando i limiti di velocità) ma meno sul destino della società, perché fuori dal nostro controllo individuale. E i tempi che stiamo vivendo non sono certo controllabili. Le forti spinte che arrivano dall’innovazione (robotica, intelligenza artificiale, genetica, medicina, energie pulite, stampa 3D) stanno cambiando i paradigmi della nostra società che – anche se in condizioni migliori rispetto a qualche decennio fa – ci sembra fuori controllo e dunque in declino. Ma non è così.

Visita la sezione di Wired dedicata alla stampa 3D
<https://www.wired.it/topic/stampa-3d/>