



**LaBoUR & Law Issues**  
Rights | Identity | Rules | Equality

## **Stampa 3D: un nuovo rischio da ignoto tecnologico?**

**ANNA ROTA**

Università di Bologna

**vol. 1, no. 1, 2015**

ISSN: 2421-2695





## Stampa 3D: un nuovo rischio da ignoto tecnologico?

**ANNA ROTA**

Università di Bologna  
anna.rota2@unibo.it

---

### ABSTRACT

---

This paper deals with the use of additive manufacturing and rapid prototyping techniques at the workplace, with a specific focus on three-dimensional printers.

After a brief discussion of the opportunities and advantages of this types of technologies, the article considers the risks associated with new technologies and the answers that the law provides for the protection of the health and safety of workers.

Through the analysis of case law and theoretical reflection on the point, the Author tries to apply the precautionary principle - as set out in international sources, in the art. 174 of TFEU and in a large number of measures taken at the national level - in order to envisage future scenarios for digital fabrication contexts.

In particular, the A. tries to identify benchmarks and rules of conduct to be adopted by companies and school labs (especially after the entry into force of Laws. 128/2013 and 107/2015), waiting for scientific studies on the subject confirm or refute the hazards of substances and procedures used to print in three dimensions.

**Keywords:** technological innovation; 3D printing; health and safety at workplace; risk prevention and management; precautionary principle.

---

## 1. Introduzione.

Sarebbe interessante interloquire con uno scienziato degli anni '40 per raccogliere una sua riflessione sulla complessità dei moderni sistemi produttivi. Senza dubbio si approcerebbe con stupore e meraviglia a contesti lavorativi basati su processi che utilizzano macchinari, sostanze e prototipi assai diversi da quelli noti durante il periodo della produzione c.d. fordista. Con altrettanto interesse osserverebbe che le prestazioni lavorative del secolo XXI vengono eseguite con l'ausilio di videoterminali, *mouse*, cellulari, auricolari o addirittura stampanti tridimensionali.

Soddisfare le sue curiosità rispetto ai vantaggi e alle potenzialità delle tecnologie additive e di prototipazione rapida non sarebbe particolarmente impegnativo. Basterebbe spiegare che l'inserimento delle stampanti 3D nel ciclo produttivo favorisce la versatilità, la flessibilità e l'elasticità delle fasi di lavoro nonché la personalizzazione, senza eccessive difficoltà, delle richieste del mercato ed analizzare, ad esempio, l'esperienza del settore orafo e comprendere come il ricorso alla stampante tridimensionale consenta di creare *just in time* e di ottimizzare i processi produttivi con tempi di realizzazione e metodi di lavorazione più competitivi rispetto alle tradizionali tecniche manifatturiere.

Non meno rilevante sarebbe segnalare che l'impiego di tali strumenti nei processi produttivi può incidere positivamente anche sull'impatto ambientale, determinando una contrazione del livello di inquinamento e consumo di energia nonché dei tempi di commercializzazione dei prodotti: a differenza del passato, la sede di produzione può limitarsi ad inviare un *file* contenente le informazioni riguardanti la realizzazione del prodotto in luogo della tradizionale spedizione al richiedente.

Proseguire nell'elencazione dei settori che ricorrono alla manifattura additiva, delle *facilities* e delle potenzialità della stampante 3D potrebbe dar conto in maniera più puntuale degli ultimi sviluppi del progresso tecnologico (1) e del crescente consenso attorno alla *digital*

---

(1) Per una rassegna dei settori che ricorrono alla *digital fabrication* v. M. Dimattia, *La nuova frontiera delle stampanti 3D: dalle protesi ai tessuti umani*, Zoo 3D, 2014, Milano. Sui vantaggi della manifattura additiva e delle tecniche di prototipazione

*fabrication*, consenso che, per certi versi, non sembra azzardato paragonare all'entusiasmo degli industriali degli inizi del XX secolo sulle qualità e opportunità dell'asbesto.

Il corredo delle informazioni a disposizione del secolo scorso potrebbe tuttavia non consentire di cogliere la forte provocazione, qualora non si provveda ad aggiornare sul triste epilogo dei lavoratori esposti a un materiale per lungo tempo ritenuto miracoloso.

## **2. Quali potenzialità dannose per la salute e la sicurezza dei lavoratori e della collettività?**

Più impegnativo risulterebbe soffermarsi sulla pericolosità e gli effetti nocivi della *digital fabrication*.

In proposito deve anzitutto mettersi in evidenza il costante impegno delle istituzioni europee nel sollecitare gli Stati membri a non trascurare i rischi emergenti e generati da nuovi processi o tecnologie (2).

Per un verso, va richiamato il *fact-sheet* «Lavori verdi e sicurezza e salute sul lavoro – Previsione sui rischi nuovi ed emergenti correlati alla nuove tecnologie entro il 2020» (3) presentato dall'Agenzia europea per la salute e sicurezza. In tale documento non soltanto si fa esplicita menzione dei rischi derivanti dai sistemi di produzione decentrata, tra i quali spiccano la stampa 3D e le altre tecniche di prototipazione rapida, ma viene sottolineata la necessità di compiere sforzi lungimiranti promuovendo programmi di formazione dedicati ai lavoratori esposti a rischi di nuova produzione (come, ad esempio, polveri, sostanze chimiche nocive o laser) (4).

---

rapida si segnala il volume *Stampa 3D. una rivoluzione che cambierà il mondo?*, a cura di C. Galli – A. Zama, Filodiritto, 2014.

(2) Tale intento emerge costantemente dai documenti della Commissione europea, a partire dalla Comunicazione *Adattarsi alle trasformazioni del lavoro e della società: una nuova strategia comunitaria per la salute e la sicurezza 2002-2006*, COM 2002/118.

(3) Si tratta del documento europeo che si occupa dei rischi emergenti e correlati alle nuove tecnologie, alle modifiche organizzative o sociali oppure sui quali non vi sono nuove evidenze scientifiche, con l'obiettivo di promuovere l'analisi dell'impatto di tali elementi sulla salute e la sicurezza di chi sarà a ciò adibito. Il documento è disponibile al sito [osha.europa.eu/it/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020](http://osha.europa.eu/it/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020).

(4) Così *Lavori verdi e sicurezza e salute*, cit., p. 25.

Per altro verso, può essere utile esaminare la più recente Comunicazione della Commissione europea in materia di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, la quale invita a valutare e integrare nelle strategie prevenzionali i potenziali rischi derivanti dalle nuove tecnologie (5), insistendo su un tema che era già stato ampiamente considerato dalla Comunicazione *Migliorare la qualità e la produttività sul luogo di lavoro: strategia comunitaria 2007-2012* (6) e a prestare la massima attenzione alle implicazioni derivanti dalle esposizioni alle sostanze chimiche, in considerazione dell'alto numero di decessi registrati negli anni più recenti (7).

Nonostante tali sollecitazioni, non si fatica a registrare una certa trascuratezza circa l'impatto della diffusione delle nuove tecnologie sulla salute e sicurezza dei lavoratori, sia nelle fonti primarie del diritto europeo, dove va a consolidarsi un contesto ordinamentale decisamente orientato alla fissazione di obiettivi piuttosto che alla prescrizione di norme<sup>8</sup>, sia a livello nazionale, dove la normativa risulta prevalentemente concentrata sui rischi tradizionali.

Un *deficit* analogo si riflette nei documenti di sicurezza, sovente sprovvisti di riferimenti espliciti circa le misure di tutela da apprestare nei processi produttivi basati sull'impiego della stampante 3D. Tali carenze si potrebbero imputare alle sporadiche ed episodiche analisi condotte al fine di accertare la pericolosità di tali macchinari, quindi le conseguenze dell'emissione di sostanze nocive durante le operazioni di stampa digitale, e contestualmente alla quasi totale assenza di rilevazioni empiriche, stante la recente introduzione della stampante 3D nei processi industriali (9).

---

(5) Così COM. 2014/446, spec. p. 8.

(6) Così COM 2007/62.

(7) Tanto emerge dalla COM. 2014/446, p. 6. In questo nuovo quadro strategico dell'Unione sembra desumersi un nuovo impegno della Commissione europea, sussidiario all'adozione di specifiche discipline accomunate dall'obiettivo di garantire un alto livello di protezione della salute umana e dell'ambiente, come il REACH e il CLP.

(8) Tale scelta sembra tener conto delle forti resistenze poste dagli Stati nazionali rispetto a nuovi interventi normativi in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro. Così L. Angelini, *La sicurezza del lavoro nell'ordinamento europeo*, *Olympus*, 2013, n. 29, p. 42 ss.

(9) In maniera del tutto pionieristica alcune realtà aziendali hanno commissionato campionamenti ambientali per riscontrare l'esistenza di rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Si tratta di un primo rapporto di indagine nel quale

A suggerire l'adozione di cautele interviene un'isolata ricerca condotta dall'Università dell'Illinois (10) sulle particelle ultrasottili rilasciate dalle stampanti 3D in ambienti domestici e sul procedimento di estrusione e sedimentazione di materiali termoplastici riscaldati per la realizzazione di un prodotto in formato tridimensionale. In assenza di aspiratori nell'ambiente di lavoro, l'accumulo e il deposito di tali particelle (11) può provocare effetti nocivi alla salute simili a quelli conseguenti dall'inalazione di fibre d'amianto (12).

Si tratta tuttavia di uno studio che, pur precisando alcuni indizi/sospetti di pericolosità della stampa digitale per le conseguenze dannose arrecabili all'apparato respiratorio, al sistema cardiocircolatorio ed al cervello, evidenzia la necessità di nuovi approfondimenti: «*one important limitation to this study is that we have no information about the chemical constituents of the UFPs emitted from either type of 3D printer; another important limitation to this study is that we did not explicitly account for particle coagulation or growth by condensation in our methodology for estimating emission rates*» (13).

### 3. Qualche riflessione tra rischi noti e da ignoto tecnologico

Da quanto è emerso si può ritenere che il settore della *digital fabrication* si caratterizzi per l'interazione tra rischi tradizionali e conosciuti – la cui pericolosità e gli effetti sulla salute sono stati scientificamente

---

si raccomanda l'adozione di sistemi di areazione degli ambienti di lavoro adibiti alla stampa 3D, consultabile al sito [filoalfa3d.com/it/content/15-salute-sicurezza](http://filoalfa3d.com/it/content/15-salute-sicurezza).

(10) Sui risultati dello studio condotto dal *Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering*, Illinois Institute of Technology, Chicago, USA - National Institute of Applied Sciences (INSA de Lyon), Lyon, France v. B. Stephens, P. Azimi, Z. El Orch, T. Ramos, *Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers*, *Atmospheric Environment* 79, 2013, p. 334 ss.

(11) Durante le operazioni di stampa digitale monitorate dallo studio in esame si sono liberate nano-particelle, prodotte da acido prolattico a basse temperature o di ABS, materiale plastico estruso ad una temperatura che si aggira tra i 215 e 250 gradi.

(12) Così B. Stephens, P. Azimi, Z. El Orch, T. Ramos, *Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers*, cit., p. 338.

(13) Così *ult. op. cit.*, 337-338. Alla ricerca appena considerata non sfuggono i molteplici tipi di funzionamento di una stampante 3D, né la gamma di sostanze utilizzabili (cemento, prodotti alimentari o filamenti plastici tra i quali il grafene, da alcuni rinominato *wonder material* per le proprietà strabilianti in termini di robustezza, conducibilità termo-elettrica e caratteristiche ottiche).

accertati – e fattori di rischio che allo stato risultano esclusivamente ipotizzati.

Ciò impone di relazionarsi con un contesto tenuto a dare anzitutto attuazione alla normativa prevenzionistica. L'imprenditore che decida di utilizzare la tecnologia 3D dovrà valutare i rischi professionali *ex art. 28, d.lgs. n. 81/2008*, individuare e adottare le misure di tutela per i soggetti adibiti a tali processi, organizzare la formazione, prevedere protocolli di sorveglianza sanitaria ed attenersi, più in generale, al rispetto dell'obbligo di sicurezza di cui all'art. 2087 cod. civ. Quest'ultima disposizione viene in considerazione quale norma di chiusura del sistema infortunistico che impone di adempiere agli obblighi di comportamento sanciti dalla legge o suggeriti dalle conoscenze sperimentali o tecniche del momento (14).

Più complesso ed impegnativo diventa relazionarsi con processi e materiali di cui si sospetti la nocività. È qui che emerge la problematica del rischio da ignoto tecnologico, con ciò intendendo «quelle situazioni in cui la nocività/lesività del fattore preso in considerazione non sia affatto certa sotto il profilo medico – scientifico, ma solo probabile o ipotizzabile» (15) e, conseguentemente, la più delicata questione concernente l'individuazione di regole di condotta da utilizzare in assenza di spiegazioni circa le interazioni causali tra condotta ed evento.

Con riguardo alla gestione di contesti nei quali si avanzano congetture di un grave pericolo per beni fondamentali, pur in assenza di certezze scientifiche circa la pericolosità di date sostanze, prodotti o condotte, le convenzioni internazionali e le fonti del diritto europeo suggeriscono di adottare il principio di precauzione. A livello internazionale si segnalano anzitutto la Dichiarazione sull'Ambiente di Brema firmata nel 1984 e l'art. 15 della Convenzione sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992 (16) per aver affermato che ove sussistano dubbi di rischio di danno grave e irreversibile, l'assenza di certezza scientifica non deve impedire che si adottino misure

---

(14) In questi termini, *ex multis*: Cass. 14 gennaio 2005, n. 644, *OGI*, 2005, p. 123; Cass. Sez. lav., 23 dicembre 2014, n. 27364 e Cass. 29 gennaio 2013, n. 2038.

(15) In questi termini P. Tullini, *A rischio amianto?*, *RIDL*, 2007, I, p. 456.

(16) Per un elenco delle convenzioni che accolgono la logica precauzionale come nuova politica di gestione dei rischi v. S. Landini, *Principio di precauzione, responsabilità civile e danni da eventi catastrofici*, *Contratto e Impresa*, 2014, p. 15 ss.

economicamente efficienti per evitare il degrado ambientale; mentre nell'ambito comunitario assume rilievo l'art. 191 T.F.U.E., il quale richiama l'intervento di politiche legislative e di protezione sociale al fine di individuare le modalità di esercizio delle attività economiche secondo *standards* compatibili con il complessivo sistema di protezione e sviluppo socio-economico dell'Unione (17).

Alla stessa logica s'ispirano alcuni recenti provvedimenti sul piano nazionale (18). A mero titolo esemplificativo si possono richiamare: l'art. 301, d.lgs. n. 152/2006 il quale impone alle autorità pubbliche di garantire un alto livello di protezione, di valutare il rischio e di assumere le più opportune decisioni di natura amministrativa in caso di pericoli, anche solo potenziali per la salute umana e l'ambiente; un provvedimento del Consiglio Superiore della Sanità emanato con riguardo ai potenziali danni dei campi elettromagnetici generati dai telefoni cellulari per promuovere, in un'ottica precauzionale, talune misure circa un uso appropriato e non indiscriminato dei dispositivi mobili (19); numerose decisioni della giurisprudenza amministrativa che sempre più frequentemente richiamano il principio di precauzione per

---

(17) Per una disamina del contesto europeo, oltre ai riferimenti *infra* indicati, v. E. Gragnani, *Il principio di precauzione come modello di tutela dell'ambiente, dell'uomo, delle generazioni future*, *Riv. Dir. Civ.*, 2003, II, p. 9 ss.; C. Piergallini, *Danno da prodotto e responsabilità penale*, Giuffrè, 2004, p. 525 ss.; C. Ruga Riva, *Principio di precauzione e diritto penale. Genesi e contenuto della colpa in contesti di incertezza scientifica*, in *Studi in onore di Giorgio Marinucci*, a cura di E. Dolcini, C.E. Paliero, Giuffrè, 2006, p. 1744 ss. Si tratta d'una tendenza che va consolidandosi, sulla base di quanto desumibile dai seguenti provvedimenti: a) CGUE, sez. VI, 10 aprile 2014, n. 269; b) il volume *Late lessons from early warning* in cui l'Agenzia europea dell'ambiente ha evidenziato l'importanza della precauzione nella gestione dei rischi derivanti dalle innovazioni tecnologiche e chimiche, valorizzando la necessità di riconoscere in tempo gli avvertimenti di pericolo; c) il Reg. 4 novembre 2014, n. 317 recante *Disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive*.

(18) Per un approfondimento sugli ambiti in cui tale principio ha trovato applicazione, si segnalano, fra gli altri: V. Ranaldi, *Il confronto tra Stati membri ed Unione Europea in materia di OGM nella giurisprudenza nazionale e comunitaria*, *Dir. Comm. Intern.*, 2014, p. 1011 ss.; C. Scognamiglio, *Danno ambientale e funzione della responsabilità civile*, *Resp. Civ. prev.*, 2013, n. 4, p. 1063 ss.; M.E. Arbour, *A proposito della nebulosa. Principio di precauzione – responsabilità civile*, in *Liber amicorum per Francesco Donato Busnelli*, Giuffrè, 2008, I, p. 520 ss.; E. Al Mureden, *Principio di precauzione, tutela della salute e responsabilità civile*, Libreria Bonomo Editrice, 2008; R. Costi, *Le nuove frontiere del diritto commerciale di Vincenzo Buonocore*, *Banca Borsa tit. cred.*, 2009, p. 369 ss.

(19) Su cui G.M.D. Arnone, *Cellulari e tumori al cervello: quali precauzioni adottare in Persona e danno*, [www.personaedanno.it](http://www.personaedanno.it). In senso critico P. Bertolini, *Principio di precauzione e localizzazione di impianti di telefonia mobile*, *Riv. Giur. Amb.*, 2014, 362 B.

giustificare l'adozione di misure anticipatorie rispetto al consolidamento delle conoscenze scientifiche nel caso di danni poco conosciuti o solo ipotizzati (20).

A tal proposito, pare interessante verificare l'operatività del principio di precauzione nel settore della sicurezza del lavoro e in situazioni analoghe a quelle che sembrano scaturire dai contesti di *digital fabrication*.

I nessi tra la sostanza cancerogena più dannosa del secolo XX e l'impiego della stampante 3D nei più avanzati processi produttivi suggeriscono di capitalizzare il bagaglio di conoscenze e insegnamenti offerti dalla giurisprudenza nelle vicende dell'amianto (21).

Malgrado il perdurante dibattito tra gli studiosi del diritto penale (22), divisi tra coloro che sostengono l'inoperatività di tale principio - non potendosi altrimenti svalutare la tassatività della condotta, la causalità in un giudizio *ex ante* da effettuare secondo il parametro dell'aumento del rischio ed infine la colpevolezza privandola del precipuo contenuto costituito dalla prevalenza dello specifico evento (23) - e quanti, reagendo allo "shock da modernità", ne ammettono, pur a certe condizioni, l'ineludibile applicazione (24), la responsabilità è stata

---

(20) Così, fra gli altri, Cons. Stat. Sez. IV, 11 novembre 2014, n. 5525; Sez. V, 10 settembre 2014, n. 4588; sez. V, 11 luglio 2014, n. 3573.

(21) A riguardo v. L. Montuschi, *Il rischio amianto: quale tutela? Introduzione al dialogo*, in *A rischio amianto*, a cura di L. Montuschi – G. Insolera, BUP, 2006, p. 10.

(22) Così A. Perin, *La crisi del modello nomologico fra spiegazione e prevedibilità dell'evento nel diritto penale*, RIDPP, 2014, p. 1376, prospettando un conflitto di valori e finalità tra spiccato solidarismo/maggiore attenzione alle istanze di tutele e di difesa sociale e, per altro verso, marcato individual-garantismo sulla base di una rigida concezione di legalità.

(23) Per una critica all'operatività del principio in esame nel sistema penale v.: L. Stortoni, *Amianto: ragioni e limiti della tutela penale*, in *Il rischio amianto*, a cura di L. Montuschi – G. Insolera, BUP, 2006, p. 58 ss.; F. Centonze, *La normalità dei disastri tecnologici. Il problema del congedo dal diritto penale*, Giuffrè, 2004, spec. p. 11 ss.; V. Attili, *L'agente-modello "nell'era della complessità": tramonto, eclissi o trasfigurazione?*, RIDPP, 2006, p. 1276 ss.; G. Morgante, *Spunti di riflessione su diritto penale e sicurezza del lavoro nelle recenti riforme legislative*, Cass. Pen., 2010, 9, p. 3319B; F. Consorte, *Tutela penale e principio di precauzione. Profili attuali, problematicità, possibili sviluppi*, Giappichelli, 2013, p. 179. Coerente a tale impostazione è risultato Trib. Ferrara 4 settembre 2012.

(24) Una lettura precauzionale della colpa generica è stata ammessa da G. Marinucci, *Innovazioni tecnologiche e scoperte scientifiche: costi e tempi di adeguamento delle regole di diligenza*, RIDPP, 2005, p. 29 ss., il quale ha ritenuto che il dovere conoscitivo dell'agente modello vada oltre le conoscenze scientifiche diffuse; più esplicito C. Riva Ruga, *op. cit.*, p. 1743 ss., per il quale, in presenza di congrui indici fattuali di allarme

giudizialmente riconosciuta nel caso di esposizione a sostanze nocive, come il CVM e l'asbesto. Sulla scorta di «un'innovativa logica cautelare – precauzionale fondata su una nomologia del sospetto» (25), una violazione del principio in esame è stata riscontrata con riguardo al datore di lavoro che non aveva trattato «con ogni cautela le polveri sottili di sostanze potenzialmente nocive e adottato con sollecita ricezione i risultati del progresso tecnico» (26), all'indomani della divulgazione dei primi studi scientifici che ipotizzavano la cancerogenicità del CVM. La stessa logica è stata posta a fondamento della vicenda Fincantieri (27), ove il giudice di Cassazione, particolarmente attento «ai problemi della modernità» (28), ha adeguato l'accertamento causale e della colpevolezza all'evoluzione del progresso scientifico e tecnologico (29) tenendo conto anche degli eventi lesivi il cui accadimento, pur non costituendo oggetto di certezza scientifica, poteva essere considerato comunque probabile o addirittura meramente possibile.

Va altresì rilevato che una specifica rilevanza del principio di precauzione pare desumibile dal vigente testo del d.lgs. n. 81/2008, in particolare dall'art. 28 (30), dalla disposizione contenuta nell'art. 222 (31)

---

confermati da seri studi scientifici, la colpa va integrata dalla mancata o intempestiva adozione di cautele suggerite dai *signa facti* e dalle congetture ricavabili dagli studi scientifici, seppur a livello di ipotesi non ancora assurde a rango di leggi scientifiche o non ancora condivise dall'intera comunità scientifica. Così in part. p. 1775. Favorevole ad ammettere il principio precauzionale per la sola colpa specifica risulta D. Pulitanò, *Colpa ed evoluzione nel sapere scientifico*, in *Dir. Pen. Proc.*, 2008, 5, p. 651 ss.

(25) In questi termini D. Castronovo, *Principio di precauzione e beni legati alla sicurezza*, *dirittopenalecontemporaneo.it*, p. 3.

(26) Così A. Venezia, sez. II, 15 gennaio 2004.

(27) Cass. Pen, sez. IV., 27 agosto 2012, n. 33311.

(28) Così C. Piergallini, *Danno da prodotto*, cit., spec. p. 477. ss.

(29) Così G. Manca, *Assalti e difese ai bastioni della causalità scientifica nei contributi più recenti di dottrina e giurisprudenza*, *Resp. Civ. prev.*, 2013, 476. In giurisprudenza: Cass. Pen.: Sez. III, 13 Maggio 2008, n. 36845; sez. IV 11 Marzo 2010, n. 16761; Sez. IV, 13 Dicembre 2010, n. 43786.

(30) In proposito v. L. Montuschi, *Verso il testo unico sulla sicurezza del lavoro*, *DLRI*, 2007, p. 802. In commento alla l.d. 123/2007, l'A. evidenziava nell'obbligo di valutare tutti i tipi di rischio professionale un'esplicita adozione del principio di precauzione, qualora non si volesse accettare che tale criterio fosse già operante alla stregua dell'art. 2087 c.c. Tale lettura ha trovato recente conferma nell'Interpello n. 25/2013, emesso dal Ministero del lavoro con riguardo all'utilizzo delle sigarette elettroniche nei luoghi di lavoro.

(31) A riguardo v. A. Orsina, *Rischi da esposizione ad agenti patogeni e tutela penale*, *Dir. Pen. Proc.*, 2015, p. 217.

e dall'allegato XLVI recante l'elenco degli agenti biologici classificati (32). Le disposizioni citate aprono un significativo «spiraglio all'ingresso nel sistema italiano del principio di precauzione» (33), qualora non si voglia accettare quella tesi dottrinale che ha ravvisato nell'art. 2087 cod. civ. lo strumento giuridico attraverso il quale introdurre l'obbligo per il datore di lavoro di adottare tutte le misure che risultino in grado di tutelare l'integrità psico-fisica del lavoratore, senza poter invocare a suo vantaggio l'assenza di certezze scientifiche sulla dannosità di una sostanza, di un prodotto, di un processo (34).

L'applicazione del principio di precauzione può dunque ritenersi sostenibile anche nel contesto della *digital fabrication*. Non vi sono elementi per escludere l'adozione di un modello giuridico che eleva l'agente modello a protagonista della società del rischio obbligato a cogliere i primi segnali di potenziali conseguenze dannose (35) servendosi di un rimodulato concetto di prevedibilità, non più fondato su leggi causali ma su meri elementi fattuali idonei ad indurre il sospetto (36).

Attingere ad un principio che assume a proprio fondamento l'incertezza scientifica significa dunque affrontare e governare la modernità anticipando l'adozione di misure di tutela, prima ancora che la scienza rilevi nessi certi tra le sostanze ed eventuali patologie, mediante l'aggiornamento costante all'evoluzione del progresso scientifico e tecnologico in un dato momento storico e l'adozione di cautele anche per quanto concerne i rischi potenziali.

---

(32) Così rileva D. Castronovo, *cit.*, p. 15.

(33) Così L. Montuschi, *ult. op. cit.*, p. 802.

(34) A riguardo v. A. Viscomi, *Amianto, precauzione, prevenzione e responsabilità*, in L. Montuschi – G. Insolera, *op. cit.*, p. 50 e P. Tullini, *A rischio amianto?*, *cit.*, p. 463. Si tratta di una tesi avversata da A. Marciànò, *Responsabilità civile e obblighi di sicurezza sul lavoro*, LPO, 2010, 12, p. 18 ss. e M. Paoli, *Esposizione ad amianto e disastro ambientale: il paradigma di responsabilità adottato nella sentenza Eternit*, *Cass. Pen.*, 2014, p. 1802 ss.

(35) Così C. Ruga Riva, *cit.*, p. 1766.

(36) A. Perin, *op. cit.*, p. 1382. In proposito la dottrina è particolarmente critica nell'evidenziare come la giurisprudenza si soffermi sui dati statistici e gli studi epidemiologici, benché privi della forza vincolante della legge scientifica. Così ad esempio L. Stortoni, *op. cit.*, p. 60.

#### **4. Quali tutele per i lavoratori impiegati nei contesti di fabbricazione digitale?**

Passando all'individuazione di alcune regole di condotta, pare anzitutto opportuno organizzare una specifica informazione e formazione sui rischi noti e potenziali e realizzare la sorveglianza sanitaria al fine di monitorare le condizioni di salute di chi risulti adibito alla stampa tridimensionale. Non meno rilevante risulta segregare tale dispositivo digitale entro un involucro protettivo che confini i fumi prodotti dall'apparecchio e contestualmente impedisca la dispersione nei locali aziendali, tutte le volte in cui l'impresa non si doti di stampanti digitali provviste di apposite protezioni. In aggiunta a ciò, si può prevedere di effettuare tali lavorazioni in luoghi separati ai quali non esporre, salvo che non risulti strettamente necessario, i lavoratori addetti ad altre attività, in ossequio a quanto sancito nell'allegato IV, p. 2.1.4, d.lgs. n. 81/2008.

Oltre alla prevenzione dei rischi lavorativi conosciuti rispetto ai quali si rimanda alle dettagliate indicazioni della normativa, sarà dunque opportuno adottare regole di condotta provvisorie la cui validità, come precetti cautelari, attende di essere confermata dall'ulteriore progresso scientifico. Ciò al duplice fine di salvaguardare la salute dei lavoratori anche in presenza di congrui indici fattuali di allarme e di ridurre sensibilmente il rischio di doversi difendere in futuro per esposizioni a sostanze nocive delle quali oggi non risulti nomologicamente chiarito il rischio.

Non si chiede al datore di lavoro di declinare l'obbligo di sicurezza sulla base di criteri arbitrari o di strumenti che per l'esperienza e la tecnica non risultino determinabili al momento del comportamento tenuto (37). Né s'intende deviare dai fondamenti della responsabilità contrattuale per colpa, in quanto ciò finirebbe per produrre effetti controproducenti e paradossali rispetto all'esigenza di promuovere la

---

(37) Il limite appena tracciato è assolutamente conforme con l'art. 5, n. 4, dir. 89/381 CEE, secondo la quale è possibile configurare la responsabilità del datore di lavoro purché i fatti contestati non dipendano da circostanze estranee, eccezionali e imprevedibili, o da eventi eccezionali le cui conseguenze sarebbero comunque inevitabili malgrado la diligenza osservata.

prevenzione negli ambienti di lavoro e per configurare un risultato opposto a quello della tutela dei lavoratori.

Al debitore di sicurezza si chiede più semplicemente di conformarsi alle indicazioni della comunità scientifica, di tenersi aggiornato rispetto agli accorgimenti di natura organizzativa e/o tecnica e di adeguare lo spettro delle cautele esigibili a seconda dei dati fattuali e delle congetture scientifiche.

«Quanto più gravi e numerosi si prospettano gli eventi offensivi, quanto più serie e riscontrate appaiano le congetture scientifiche capaci di spiegare i meccanismi di causazione, tanto più intenso sarà l'obbligo di eliminare o ridurre le ipotesi di rischio.

Esigere che le cautele scattino solo dopo che la congettura scientifica abbia definitivamente ottenuto il consolidato consenso della comunità scientifica e la certificazione degli organismi internazionali di riferimento significa deresponsabilizzare gli attori della produzione e dell'innovazione tecnica a favore di un'ottimistica fede nella tempestività della comunità scientifica» (38) da tempo in crescente affanno rispetto ai progressi tecnologici.

## **5. La *Digital fabrication* nei laboratori scolastici tra incentivi all'innovazione tecnologica e tutela degli allievi.**

Anticipare la tutela dei soggetti esposti al rischio potenziale può risultare una scelta significativa in alcuni contesti specifici, quali i laboratori scolastici, specie a seguito dell'entrata in vigore della l. n. 128/2013 (recante «Misure urgenti in materia di istruzione, università e ricerca») e della successiva l. 107/2015 che ha riformato il sistema scolastico nell'ottica della promozione dell'alfabetizzazione digitale degli studenti e di attività didattiche a sostegno dell'innovazione permanente e dell'aggiornamento tecnologico.

Per quanto apprezzabile risulti l'intento legislativo di promuovere la diffusione delle tecnologie durante il periodo scolastico, non meno trascurabili devono essere risultare le istanze di salvaguardia delle persone impiegate in tali attività.

---

(38) Così C. Ruga Riva, *op. cit.*, p. 1766.

Ai sensi dell'art. 2, comma 1, lett. a), d.lgs. n. 81/2008 devono essere tutelati anche «l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale nei quali si faccia uso di laboratori, attrezzature di lavoro in genere, agenti chimici, fisici e biologici, ivi comprese le apparecchiature fornite di videoterminali limitatamente ai periodi in cui l'allievo sia effettivamente applicato alla strumentazioni o ai laboratori in questione».

Pertanto, il dirigente scolastico che voglia avvicinare gli studenti alla stampa 3D dovrà anzitutto provvedere ad informare, formare e addestrare. Sarà obbligo del responsabile dell'organizzazione scolastica trasferire conoscenze e procedure utili all'acquisizione di competenze per lo svolgimento in sicurezza delle attività nel laboratorio scolastico, in maniera adeguata, sufficiente, specifica ed efficace (così gli artt. 35-36, d.lgs. 81/2008) e secondo le forme e le modalità risultanti a seguito dell'introduzione dell'art. 32, comma 1, lett. c), l. n. 98/2013.

In attesa del regolamento attuativo della l. n. 128/2013 che definisca i diritti e i doveri degli studenti in laboratorio (39), le attività didattiche potrebbero realizzarsi prediligendo sostanze con un grado attenuato e noto di rischiosità e dopo aver predisposto tutta una serie di accorgimenti e/o soluzioni gestionali-operative aventi per finalità la tutela della salute e sicurezza di chi abbia accesso a tali luoghi.

## **6. Riflessioni conclusive fra auspici e prese d'atto.**

Si fa presto a comprendere il successo della manifattura additiva e della prototipazione rapida; si fatica invece a registrare l'attenzione sui rischi alla salute delle persone che a tali processi vengono adibiti ed ancor più un vivace dibattito.

Le tante congruenze evidenziate con la vicenda dell'amianto hanno suggerito un approccio precauzionale alla *digital fabrication*, mettendo anzitutto in evidenza la provvisorietà degli studi scientifici in argomento e prediligendo un tipo di analisi che si è soffermata sulla tutela della salute.

Sono i repertori della giurisprudenza nella materia della sicurezza del lavoro e le più recenti fonti legislative a suggerire di compiere sforzi

---

(39) Così prevede l'art. 5, comma 4 *ter*, l. n. 128/2013.

lungimiranti per «anticipare rischi nuovi ed emergenti» (40) e migliorare le azioni sui «rischi correlati alle nuove tecnologie» (41). Qui è forse possibile ravvisare un prototipo giuridico della responsabilità per danni da ignoto tecnologico (42), in grado di indirizzare gli operatori verso l'applicazione di una tutela anticipata rispetto alla fase dell'applicazione delle migliori tecniche proprie del principio di prevenzione (43).

L'adozione del principio di precauzione nei contesti di *digital fabrication* pare fornire un imprescindibile paradigma di tutela capace di adeguarsi ai repentini cambiamenti del tempo e di salvaguardare la salute di chi, per ragioni lavorative o didattiche, venga a contatto con sostanze, prodotti, procedure dei quali non siano ancora dimostrati né l'effettiva pericolosità.

La sfida per la scienza giuridica è appena cominciata: è soprattutto l'eredità lasciata dalle morti da amianto ad impedire che si commettano nuovi errori, che si registrino altri imperdonabili ritardi e, soprattutto, che il progresso scientifico ricollochi in una posizione subalterna le esigenze di salvaguardia di chi per ragioni lavorative o didattiche si esponga nel presente a rischi ancora soltanto ipotizzati (44).

---

(40) Così la strategia comunitaria 2002-2006.

(41) Così la seconda strategia comunitaria 2007-2012.

(42) Così P. Tullini, *A rischio amianto?*, cit., 458.

(43) In questo senso, più recentemente Cass. Pen. Sez. IV, 21 agosto 2013, n. 35309.

(44) Dai dati diffusi dalla società americana *Wanted analytics*, a gennaio 2015 è aumentata del 148% la richiesta di soggetti competenti di stampa 3D da parte delle aziende del settore dei servizi professionali tecnici e scientifici. Maggiori dettagli sul mercato prodotto dalla stampante 3D sono disponibili in Lavoro: la domanda di competenze di stampa 3D cresce del 60%, in *3D Printing creative* del 20 marzo 2015.

## Bibliografia

- Al Mureden E., *Principio di precauzione, tutela della salute e responsabilità civile*, Bologna, 2008.
- Angelini L., *La sicurezza del lavoro nell'ordinamento europeo*, *Olympus*, 2013, n. 29.
- Arbour M.E., *A proposito della nebulosa. Principio di precauzione – responsabilità civile*, in *Liber amicorum per Francesco Donato Busnelli*, Milano, 2008, I, p. 520.
- Arnone G.M.D., *Cellulari e tumori al cervello: quali precauzioni adottare in Persona e danno*, a cura di P. Cendon, 2012, [www.personaedanno.it](http://www.personaedanno.it).
- Attili V., *L'agente-modello "nell'era della complessità": tramonto, eclissi o trasfigurazione?*, in *Riv. it. dir. e proc. pen.*, 2006, p. 1240.
- Bertolini P., *Principio di precauzione e localizzazione di impianti di telefonia mobile*, *Riv. Giur. Amb.*, 2014, p. 362 B.
- Brent Stephens, Parham Azimi, Zeineb El Orch, Tiffanie Ramos, *Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers*, *Atmospheric Environment* 79, 2013, p. 334.
- Castronovo D., *Principio di precauzione e beni legati alla sicurezza*, [dirittopenalecontemporaneo.it](http://dirittopenalecontemporaneo.it).
- Centonze F., *La normalità dei disastri tecnologici. Il problema del congedo dal diritto penale*, Giuffrè, 2004.
- Consorte F., *Tutela penale e principio di precauzione. Profili attuali, problematicità, possibili sviluppi*, Giappichelli, 2013.
- Costi R., *Le nuove frontiere del diritto commerciale di Vincenzo Buonocore*, in *Banca Borsa tit. cred.*, 2009, p. 365.
- Dimattia M., *La nuova frontiera delle stampanti 3D: dalle protesi ai tessuti umani*, Zoo 3D, 2014, Milano.
- Galli C. – Zama A., *Stampa 3D. Una rivoluzione che cambierà il mondo?*, Filodiritto, 2014.
- Landini S., *Principio di precauzione, responsabilità civile e danni da eventi catastrofici*, *Contratto e Impresa*, 2014, p. 14.
- Manca G., *Assalti e difese ai bastioni della causalità scientifica nei contributi più recenti di dottrina e giurisprudenza*, *Resp. Civ. prev.*, 2013, p. 476.
- Marcianò A., *Responsabilità civile e obblighi di sicurezza sul lavoro*, *Lav. prev. Oggi*, 2010, 12, p. 18.
- Marinucci G., *Innovazioni tecnologiche e scoperte scientifiche: costi e tempi di adeguamento delle regole di diligenza*, *RIDPP*, 2005, p. 29.

- Montuschi L., *Il rischio amianto: quale tutela? Introduzione al dialogo*, in *A rischio amianto*, a cura di L. Montuschi – G. Insolera, BUP, Bologna, 2006, p. 9.
- Montuschi L., *Verso il testo unico sulla sicurezza del lavoro*, DLRI, 2007, p. 802
- Morgante G., *Spunti di riflessione su diritto penale e sicurezza del lavoro nelle recenti riforme legislative*, Cass. Pen., 2010, 9, p. 3319B.
- Orsina A., *Rischi da esposizione ad agenti patogeni e tutela penale*, Dir. Pen. Proc., 2015, p. 217.
- Paoli M., *Esposizione ad amianto e disastro ambientale: il paradigma di responsabilità adottato nella sentenza Eternit*, Cass. Pen., 2014, p. 1802
- Perin A., *La crisi del modello nomologico fra spiegazione e prevedibilità dell'evento nel diritto penale*, Riv. It. dir. Proc. pen., 2014, p. 1376.
- Piergallini C., *Danno da prodotto e responsabilità penale*, Giuffrè, 2004
- Pulitanò D., *Colpa ed evoluzione nel sapere scientifico*, in Dir. Pen. Proc., 2008, 5, p. 651.
- Ranaldi V., *Il confronto tra Stati membri ed Unione Europea in materia di OGM nella giurisprudenza nazionale e comunitaria*, Dir. Comm. Intern., 2014, p. 1011 ss.
- Ruga Riva C., *Principio di precauzione e diritto penale. Genesi e contenuto della colpa in contesti di incertezza scientifica*, in E. Dolcini, C.E. Paliero, a cura di, *Studi in onore di Giorgio Marinucci*, Giuffrè, Milano, 2006, p. 1744.
- Scognamiglio C., *Danno ambientale e funzione della responsabilità civile*, Resp. Civ. prev., 2013, 4, p. 1063.
- Stortoni L., *Amianto: ragioni e limiti della tutela penale*, in *Il rischio amianto*, a cura di L. Montuschi – G. Insolera, BUP, 2006, p. 57.
- Tullini P., *A rischio amianto?*, RIDL, p. 456.
- Viscomi A., *Amianto, precauzione, prevenzione e responsabilità*, in L. Montuschi – G. Insolera, *Il rischio amianto*, BUP, 2006, p. 45.
- Waran V.– Narayanan V., Karuppiah R., Owen S.L.F., Aziz T., Utility of multimaterial 3D printers in creating models with pathological entities to enhance the training experience of neurosurgeons Technical note, in *Journal of Neurosurgery*, 2014, 120, p. 489.