

febbraio 2026



Newsletter di aggiornamento

Realizzata da Il Sole 24 ORE Professionale in collaborazione
con ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA



Newsletter di aggiornamento



**ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA
PROVINCIA DI BOLOGNA**

Sede:
Strada Maggiore, 13
40125 Bologna

Newsletter realizzata
da Il Sole 24 ORE Professionale
in collaborazione con
**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA**

Proprietario ed Editore:
Il Sole 24 Ore S.p.A.

**Sede legale
e amministrazione:**
Viale Sarca, 223 - 20126 Milano

Coordinamento redazionale:
Paola Furno

Redazione:
Il Sole 24 ORE Professionale
© 2026 Il Sole 24 ORE S.p.a.
Tutti i diritti riservati.
È vietata la riproduzione anche parziale
e con qualsiasi strumento.

Chiusa in redazione:
16 febbraio 2026

NEWS DALL'ORDINE

BIOINGEGNERIA

Frontiere tecnologiche in radioterapia:
tecniche consolidate ed evolutive

3

NEWS E APPROFONDIMENTI

a cura di 24 Ore Professionale

SPECIALE CAM EDILIZIA

Nuovi Cam edilizia
dal 2 febbraio: spinta su efficienza e riciclaggio,
premiata la competenza dei tecnici **13**

Cam edilizia, arriva lo schema guida
per la relazione del progettista **19**

BIM e gestione digitale delle informazioni ambientali **22**

Cam edilizia e inerti da cantiere, ecco come cambia
la gestione per l'impresa **25**

APPALTI

Legge di bilancio e contratti pubblici **28**

Cni, esaurito il Pnrr risalgono project financing
e concessioni **31**

EDILIZIA E URBANISTICA

Emilia-Romagna, edilizia in calo del 2,6% nel 2026 **34**

Ok paesaggistico ex lege 1497 annullabile
dalla Soprintendenza senza «adeguata motivazione» **36**

PREVENZIONE INCENDI

Antincendio, dopo Crans-Montana i Vigili del Fuoco
chiariscono le regole tecniche sui locali **38**

SICUREZZA SUL LAVORO

Nuove norme sulla protezione dei lavoratori
contro i rischi d'esposizione all'amianto **42**

RINNOVABILI

Quota Fer nelle ristrutturazioni, i nuovi requisiti minimi
scattano dal 4 febbraio **47**

TECNOLOGIA E DIGITALIZZAZIONE

AI e robotica, Ruttico (PoliMi): in Italia potenziale
rilevante ma le imprese devono mettersi in gioco **50**



BIOINGEGNERIA

Frontiere tecnologiche in radioterapia: tecniche consolidate ed evolutive

Ing. Antonio Mellea, *Commissione
Innovazione & Industria*



La radioterapia (RT) rappresenta una componente fondamentale del trattamento moderno per la lotta contro il cancro. Si stima che circa il 60% dei pazienti oncologici riceva almeno un ciclo di RT durante il proprio percorso terapeutico, rendendola una delle modalità più utilizzate nella pratica clinica. Nel corso dei decenni, la radioterapia ha visto progressi sostanziali, evolvendo da sistemi relativamente semplici e tecniche rudimentali a un campo altamente sofisticato, caratterizzato da imaging avanzato, algoritmi computazionali complessi e metodologie di pianificazione e somministrazione estremamente precise.

Alla base del suo impiego rimane il principio biologico fondamentale: la radioterapia è una modalità terapeutica che utilizza radiazioni ionizzanti per danneggiare selettivamente il DNA delle cellule tumorali, rallentandone o bloccandone la proliferazione. Viene applicata in diverse fasi del percorso oncologico (con finalità curative, adiuvanti o palliative) e si articola, in termini generali, in diverse categorie le cui principali direttrici sono: la radioterapia a fasci esterni o EBRT (External Beam Radiotherapy): che utilizza fotoni, elettroni o particelle cariche; la brachiterapia è un particolare tipo di radioterapia interna: con sorgenti posizionate in prossimità o all'interno del tumore e, in accezione più ampia, le terapie radiometaboliche sistemiche.

Negli ultimi due decenni la radioterapia oncologica ha vissuto una trasformazione particolarmente profonda, passando da tecnica prevalentemente "geometrica", basata su fasci relativamente semplici e margini ampi, a disciplina

avanzata in cui fisica, ingegneria, imaging, biologia e data science convergono in maniera sempre più integrata. L'obiettivo clinico resta immutato: massimizzare il controllo locale della malattia riducendo al minimo la tossicità per i tessuti sani. Ciò che è cambiato radicalmente sono gli strumenti a disposizione e il livello di precisione oggi raggiungibile, grazie a tecnologie capaci di modellare la dose nello spazio e nel tempo, seguendo con crescente fedeltà sia il tumore sia gli organi sani circostanti.

In questo contesto la radioterapia si è articolata in una serie di approcci complementari, ciascuno con specifici vantaggi fisici, tecnici e biologici. All'interno della radioterapia a fasci esterni, l'evoluzione tecnologica ha portato allo sviluppo di metodiche ad altissima precisione, come la radioterapia stereotassica intracranica (SRS) ed extracranica (SBRT), che hanno introdotto il paradigma delle alte dosi in poche frazioni con accuratezza submillimetrica grazie a sistemi dedicati e piattaforme LINAC avanzate. Parallelamente, la radioterapia interna dove la brachiterapia rappresenta la tecnica storicamente più consolidata si è trasformata in senso moderno attraverso l'integrazione di imaging tridimensionale e sistemi di afterloading remoto, mantenendo un ruolo centrale in diversi distretti anatomici grazie alla capacità unica di erogare dosi elevatissime con un rapido decadimento nei tessuti sani. A queste si affiancano gli innovativi approcci di radioterapia adattativa (Adaptive Radiotherapy - ART), resi possibili dall'evoluzione dell'imaging on-board e dell'intelligenza artificiale: sistemi di image guidance di nuova generazione, come MRI-linac e PET-linac, hanno abilitato una radioterapia realmente guidata dall'immagine non solo anatomica ma anche funzionale e biologica, aggiornando il trattamento sulla base dell'anatomia del giorno e aprendo la strada a flussi di lavoro sempre più dinamici e personalizzati.

Accanto alle tecniche fotoniche convenzionali sopra menzionate, si collocano una serie di innovazioni radioterapiche emergenti che, sebbene alcune ancora in fase sperimentale, mirano ad ampliare la finestra terapeutica attraverso nuovi approcci e modelli differenti di distribuzione della dose, alternativi rispetto alle metodiche consolidate. Ad esempio, la radioterapia con particelle cariche (protoni e ioni pesanti) ha aperto nuove prospettive grazie al picco di Bragg e a un miglior risparmio dei tessuti sani, pur tra sfide ancora rilevanti in termini di costi, infrastrutture e prove cliniche definitive. Tecnologie emergenti come la radioterapia FLASH e la radioterapia spazialmente frazionata (SFRT) esplorano nuovi paradigmi di distribuzione della dose e di interazione con il microambiente tumorale, con l'obiettivo di ampliare ulteriormente il margine terapeutico. In parallelo, l'adozione crescente della radioterapia adattativa (ART) e l'impiego sistematico dell'intelligenza artificiale stanno ridisegnando il workflow: dalla simulazione alla pianificazione, dall'erogazione alla qualità, fino alla previsione degli esiti e della tossicità. Data l'ampiezza dell'argomento e delle innovazioni in atto, l'approfondimento è stato suddiviso in più contributi complementari, ciascuno focalizzato su un aspetto specifico dell'evoluzione radioterapica. In questo articolo ci si concentrerà sulle tecniche clinicamente consolidate ma in continua evoluzione, come la brachiterapia, la radioterapia stereotassica (SRS/SBRT) e le avanzate procedure di guida mediante immagini (IGRT), incluse le nuove piattaforme integrate come i sistemi MR-Linac (acceleratore lineare con risonanza magnetica integrata) e PET-Linac. Tali modalità rappresentano lo stato dell'arte nella pratica clinica attuale e costituiscono il fondamento su cui si basa la radioterapia moderna. Questo approfondimento ha l'ambizione di fornire una panoramica sintetica ma organica delle tecniche consolidate in evoluzione (brachiterapia, SRS/SBRT, IGRT avanzata, ecc.), propedeutico ai contributi successivi che si concentreranno su tecnologie emergenti (CPRT, FLASH, SFRT, ART), fino al ruolo trasversale

dell'AI, della data science e dell'ottimizzazione del workflow clinico. L'intento complessivo del filone tematico di articoli è fornire una visione d'insieme delle tendenze tecniche e concettuali che stanno ridefinendo la radioterapia moderna e che ne guideranno lo sviluppo nei prossimi anni, tentando di rendere accessibile un ambito clinico-tecnologico caratterizzato da elevata complessità.

Di seguito una immagine rappresentativa che tenta di riassumere i nuovi approcci in radioterapia.

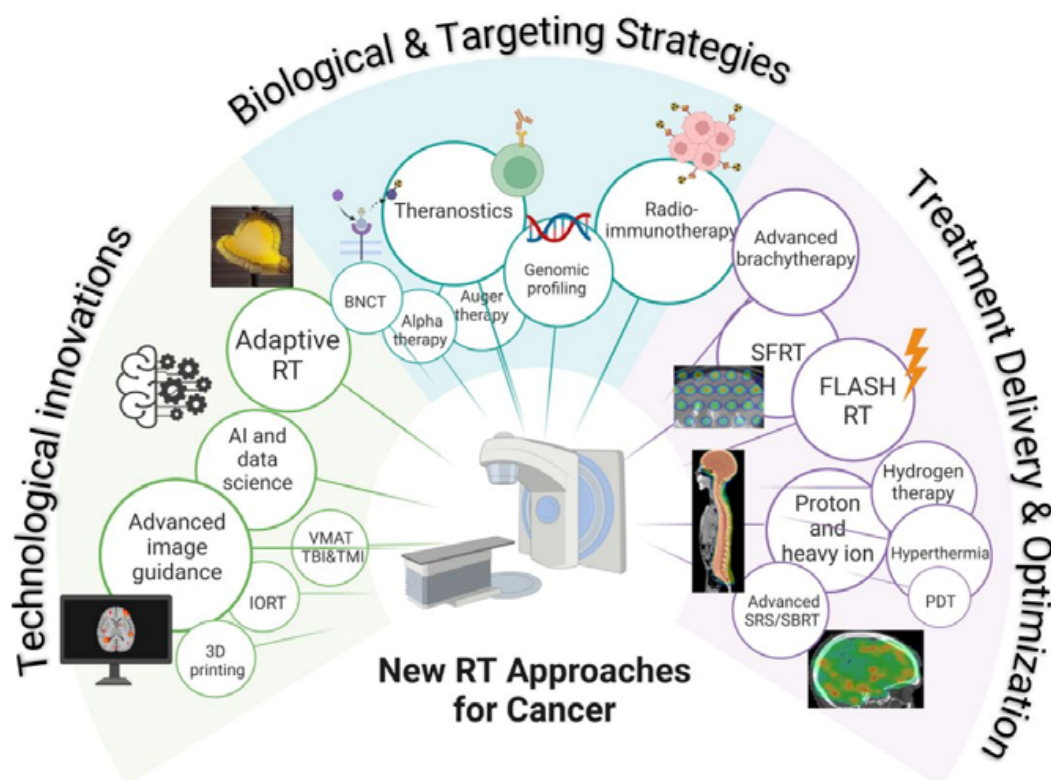


Figura 1 - Nuovi approcci di radioterapia per il cancro. Abbreviazioni nella figura: intelligenza artificiale (AI), terapia di cattura dei neutroni del boro (BNCT), radioterapia intraoperatoria (IORT), terapia fotodinamica (PDT), radioterapia spazialmente frazionata (SFRT), tridimensionale (3D), irradiazione totale del corpo (TBI), irradiazione totale del midollo (TMI), terapia ad arco modulato volumetrico (VMAT). (M. Webster et al.2025)

Brachiterapia

La brachiterapia rappresenta una delle più antiche e consolidate modalità di radioterapia interna ed è stata impiegata clinicamente per oltre un secolo. Consiste nel posizionamento di sorgenti radioattive in prossimità del tumore o all'interno di esso, consentendo l'erogazione di elevate dosi locali con un rapido decremento della dose nei tessuti circostanti. Questo comportamento fisico permette un'eccellente conformazione della dose e un risparmio significativo degli organi a rischio adiacenti. Nel corso degli anni, la brachiterapia ha subito un'evoluzione sostanziale grazie al progresso nelle tecnologie di imaging, nella progettazione dei dispositivi di somministrazione e nei sistemi di pianificazione del trattamento.

Contesto attuale

L'introduzione dei sistemi ad alto rateo di dose (HDR) e a basso rateo di dose (LDR) ha ampliato le ap-

plicazioni cliniche della brachiterapia migliorando allo stesso tempo sicurezza e controllo del processo terapeutico. I sistemi HDR utilizzano sorgenti ad attività molto elevata gestite da unità di afterloading remoto, riducendo l'esposizione degli operatori e consentendo un controllo preciso del movimento della sorgente. Infatti, l'*equipe* clinica posiziona soltanto applicatori o cateteri, mentre la sorgente radioattiva (custodita in un *afterloader* schermato) viene introdotta e ritirata automaticamente da remoto attraverso consolle esterna. Le tecniche contemporanee, guidate da immagini ecografiche, TAC o Risonanza Magnetica (RM), permettono una pianificazione tridimensionale della dose e un posizionamento altamente accurato degli applicatori o degli aghi interstiziali. Questo ha portato a risultati clinici migliorati in numerosi tumori, tra cui quelli ginecologici, della prostata, del seno e delle vie respiratorie.

Sviluppi e prospettive

Un importante sviluppo nella brachiterapia moderna è l'integrazione dell'imaging in tempo reale durante l'impianto, che consente di monitorare la geometria degli applicatori, la posizione della sorgente e la relazione anatomica con gli organi a rischio. La RM, in particolare, sta assumendo un ruolo crescente per la sua superiore capacità di definizione dei tessuti molli, specialmente nei tumori ginecologici. Anche l'uso di modelli biologici e di parametri funzionali derivati da imaging avanzato contribuisce alla personalizzazione dei trattamenti.

Nonostante i suoi vantaggi, la brachiterapia presenta sfide operative, tra cui la necessità di competenze specialistiche, la gestione logistica dell'*afterloading*, i requisiti di protezione radiologica e le problematiche connesse al corretto inserimento degli applicatori. Tuttavia, rimane una componente consolidata della radioterapia curativa in numerosi distretti anatomici e continua a beneficiare di innovazioni mirate a migliorarne l'accuratezza, la sicurezza e l'efficacia biologica.

Radioterapia Stereotassica

La radioterapia stereotassica (SRT), che comprende la radioterapia stereotassica corporea (SBRT) e la radiochirurgia stereotassica (SRS), rappresenta uno dei più significativi progressi nella radioterapia moderna. Questa tecnica consente l'erogazione di dosi elevate di radiazione in un numero limitato di frazioni con una precisione submillimetrica. L'aumento di accuratezza è reso possibile dall'impiego combinato di sistemi di immobilizzazione dedicati, imaging tridimensionale ad alta risoluzione, tecnologie avanzate di sincronizzazione con il movimento e algoritmi sofisticati di ottimizzazione della dose.

Contesto attuale

Rispetto alla radioterapia convenzionale, la SRS e la SBRT mostrano un'elevata efficacia nel trattamento di tumori radioresistenti e ipossici, intervenendo sul microambiente tumorale, attivando specifici pathway di segnalazione cellulare e modulando la risposta immunitaria. Oggi, SRS e SBRT rappresentano alternative non invasive alla chirurgia tradizionale, offrendo migliori risultati clinici e tempi di recupero più brevi per i pazienti.

La SRS è tipicamente utilizzata per lesioni intracraniche, come metastasi cerebrali, meningiomi e neurinomi acustici, mentre la SBRT è applicata a tumori extracranici, tra cui polmone, fegato, pancreas, colonna vertebrale e prostata. Il razionale biologico alla base della SBRT risiede nella capacità di erogare

alte dosi per frazione ed indurre un danno massivo al DNA della cellula tumorale, modulando il micro-ambiente tumorale e attivando, potenzialmente, anche risposte immunitarie antitumorali.

Lo sviluppo tecnologico degli acceleratori lineari, inclusi collimatori multilamellari (MLC) ad alta risoluzione e sistemi di controllo del movimento, ha reso la SRT sempre più diffusa. L'integrazione di imaging cone-beam CT, fluoroscopia digitale, sistemi ottici di tracciamento e, più recentemente, RM in tempo reale ha consentito di ridurre i margini di incertezza e di raggiungere un livello di accuratezza impensabile con le tecniche convenzionali.

Un aspetto cruciale della SBRT riguarda la gestione dei movimenti del corpo, in particolare quelli legati alla respirazione nei distretti toracici e addominali. Tecniche quali il gating respiratorio, la breath-hold, il tracking in tempo reale e i sistemi di compensazione dinamica del movimento permettono di limitare gli errori di posizionamento e di migliorare la conformità della dose.

I risultati clinici della SRT sono estremamente positivi, per numerosi tumori in stadio iniziale o oligometastatici, la SBRT ha dimostrato tassi di controllo locale comparabili alla chirurgia, con una tossicità ridotta e una qualità di vita preservata. Tuttavia, date le dosi elevate per frazione, la SRT richiede una pianificazione estremamente accurata, un rigoroso controllo di qualità e una gestione precisa dei margini di sicurezza.

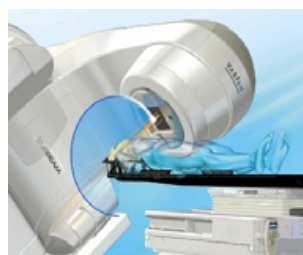
Di seguito, una breve descrizione di alcuni esempi di tecnologie SRS/SBRT in commercio:



Gamma Knife Elekta Esprit



Accuray Cyber Knife



Varian HyperArc



ZAP-X

Gamma Knife: è un sistema SRS dedicato, progettato per il trattamento delle lesioni cerebrali. Utilizza molteplici fasci di raggi gamma altamente focalizzati provenienti da sorgenti al cobalto-60. L'ultima versione, Elekta Esprit, integra trattamenti senza frame, CBCT e un sistema a infrarossi per la gestione del movimento, migliorando la precisione nell'allineamento del paziente e nel monitoraggio dei movimenti.

CyberKnife: sistema dotato di un acceleratore lineare leggero montato su un braccio robotico, combinato con una guida per immagini in tempo reale, che consente una precisione sub-millimetrica. Il CyberKnife è particolarmente vantaggioso per la SBRT, poiché permette il tracciamento continuo del tumore e la regolazione automatica del fascio per compensare il movimento respiratorio, caratteristica fondamentale per tumori localizzati a livello polmonare, epatico, pancreatico e addominale.

SRS e SBRT basate su LINAC: le tecniche SRS e la SBRT eseguite con acceleratore lineare (LINAC) sono supportate da sistemi di imaging avanzati integrate, come CBCT e MRI. Questo approccio utilizza un acceleratore lineare per erogare molteplici fasci non complanari che convergono in un unico isocentro all'interno del corpo (come, ad esempio, nel sistema Varian HyperArc). Innovazioni quali il lettino a sei gradi di libertà e l'imaging radiografico ortogonale (ad esempio BrainLAB ExacTrac) migliorano ulteriormente la precisione del Single-Isocenter SRS (SI-SRS).

La piattaforma **ZAP-X** è un sistema di **radiochirurgia stereotassica** dedicato basato su LINAC progettato con una configurazione giroscopica auto-schermata. A differenza dei tradizionali LINAC a braccio a C, lo ZAP-X impiega un'energia del fascio più bassa (3 MV) per ridurre i requisiti di schermatura, un collimatore cilindrico a diametro variabile per un targeting più preciso e una distanza sorgente-asse ridotta (45 cm) al fine di diminuire la penombra del fascio. Oltre alle indicazioni oncologiche, ZAP-X è sempre più utilizzato per disturbi neurologici funzionali come il tremore essenziale.

Sviluppi e prospettive

In ottica futura, si segnalano tecniche emergenti come la Dynamic Trajectory Radiotherapy (DTRT), che, a differenza della VMAT convenzionale, consente non solo il movimento continuo dei collimatori e del gantry, ma anche la rotazione dinamica del lettino e del collimatore durante l'erogazione del fascio, migliorando la conformazione della dose e la protezione degli organi critici. Parallelamente, cresce l'interesse per l'integrazione di SRS e SBRT con terapie sistemiche quali immunoterapia e *targeted therapy*, sfruttandone gli effetti biologici sinergici. I futuri sviluppi tecnologici e biologici promettono una precisione ancora maggiore, una migliore esperienza per il paziente e trattamenti sempre più personalizzati, rafforzando il ruolo centrale di SRS e SBRT nell'oncologia moderna.

Advanced Image Guidance

La guida avanzata tramite imaging rappresenta uno degli elementi cardine dell'innovazione in radioterapia. I sistemi di *image-guided radiotherapy* (IGRT) consentono di verificare la posizione del paziente, del tumore e degli organi a rischio immediatamente prima e, in alcuni casi, durante l'erogazione della dose. L'obiettivo è compensare gli spostamenti anatomici e ridurre l'incertezza nella somministrazione, migliorando la precisione e permettendo margini più contenuti, infatti, questi progressi mirano a raggiungere l'obiettivo primario della radioterapia: distruggere le cellule tumorali preservando i tessuti e gli organi sani circostanti. Le tecniche altamente conformazionali, come quella ad intensità modulata (IMRT), consentono di concentrare la dose su volumi più ristretti ma aumentano la sensibilità agli errori geometrici, rendendo necessario l'impiego di sistemi avanzati di guida mediante imaging per garantire un'erogazione precisa al bersaglio. L'introduzione dell'imaging planare basato su kV (raggi X a bassa energia) e della tomografia computerizzata a fascio conico 3D (CBCT) ha segnato un notevole miglioramento nell'imaging funzionale all'erogazione di trattamenti radioterapici. Recentemente, l'introduzione del linac-RM (o MRI-linac) ha rappresentato un significativo avanzamento nella metodica, in quanto offre la possibilità di acquisire immagini, di Risonanza Magnetica, ad elevato contrasto su tessuti molli evitando un'esposizione aggiuntiva a radiazioni ionizzanti.

Contesto attuale

Attualmente sono disponibili due sistemi di **Radioterapia Guidata da Risonanza Magnetica (MRI-LINAC)** ampiamente utilizzati, la cui principale differenza clinica riguarda l'intensità del campo magnetico della Risonanza Magnetica. Il sistema MRIdian di ViewRay integra una risonanza magnetica split-bore da 0,35 T con un LINAC da 6 MV privo di Flattening Filter (Flattening Filter Free - FFF). Al contrario, il sistema Unity di Elekta combina uno scanner MRI da 1,5 T con un LINAC da 7 MV, anch'esso Flattening Filter-free. Sebbene gli MRI-LINAC possano trattare un'ampia varietà di sedi tumorali, i loro benefici risultano par-

ticolarmente evidenti per i target mobili del torace e dell'addome, come pancreas, fegato, reni e metastasi surrenaliche. L'escalation di dose su bersagli pancreatici, guidata da imaging RM in tempo reale, si è dimostrata sicura ed è stata associata a esiti favorevoli a lungo termine. Studi clinici stanno inoltre valutando i vantaggi degli MRI-LINAC in tumori dell'esofago, vescica, encefalo, polmone, retto, testa e collo, prostata, mammella e nelle malattie oligometastatiche. Con l'adozione sempre più diffusa dell'ipofrazionamento e della riduzione dei margini in radioterapia, la guida avanzata tramite imaging fornita dagli MRI-LINAC è destinata a diventare di crescente utilità clinica.



Elekta Unity



ViewRay MRIdian



RefleXion X1

Altre tecnologie emergenti includono la *PET-guided radiotherapy*, che sfrutta informazioni funzionali e metaboliche ottenute tramite traccianti radioattivi. Questo permette di identificare regioni biologicamente attive all'interno del tumore e potenzialmente di modulare la dose in base alle caratteristiche funzionali, un approccio noto come *dose painting*.

Infatti, la **Tomografia a Emissione di Positroni (PET)** fornisce informazioni funzionali basate sull'assorbimento di radio-traccianti, come il comune Fluorodesossiglucosio (**FDG**), ed è ormai integrata nel workflow radioterapico per lo staging pre-trattamento, la delineazione del bersaglio e la valutazione della risposta. La FDG-PET è particolarmente utile nei tumori del polmone e del distretto testa-collo, mentre traccianti specifici come il PSMA marcato con Gallio-68 o Fluoro-18 migliorano fortemente la rilevazione delle recidive nel carcinoma prostatico.

L'integrazione della PET direttamente nel sistema di trattamento ha portato alla nascita dei sistemi PET-LINAC, capaci di utilizzare il segnale metabolico del tumore come guida biologica per localizzazione e tracking. Il primo sistema commerciale di questo tipo è il RefleXion X1 (RefleXion Medical, USA), un'apparecchiatura che combina un LINAC da 6 MV flattening-filter-free con un rivelatore PET tridimensionale multi-pixel. Le sue prestazioni PET sono paragonabili a quelle di una PET diagnostica convenzionale, e diversi studi hanno già dimostrato la capacità del sistema di generare piani di trattamento clinicamente validi in sedi come polmone, testa-collo, ano, prostata e cervello.

Il flusso di lavoro del RefleXion X1 prevede un'acquisizione PET preliminare che permette di stimare la distribuzione di dose sulla base del segnale metabolico del tumore e del suo movimento. Questa distribuzione prevista viene confrontata con quella pianificata per verificare che la dose al bersaglio e la protezione degli organi critici siano rispettate e solo in tal caso il trattamento viene avviato. Analogamente a quanto avviene nei sistemi MR-LINAC, anche il PET-LINAC offre la possibilità di compensare in modo più efficace il movimento inter- e intra-frazione, favorendo una riduzione dei margini e, potenzialmente, un incremento della dose al tumore.

Sviluppi e prospettive

La combinazione delle tecniche di IGRT con l'intelligenza artificiale e il machine learning sta ulteriormente migliorando l'accuratezza, automatizzando processi quali la segmentazione, il matching delle immagini e la predizione del movimento. La sfida principale rimane integrare senza soluzione di continuità queste tecnologie nel workflow clinico, bilanciando accuratezza, tempi di trattamento e risorse disponibili.

Considerazioni generali e prospettive future

La radioterapia sta attraversando un periodo di trasformazione accelerata, caratterizzato da innovazioni tecnologiche, integrazione multidisciplinare e un crescente orientamento verso la personalizzazione del trattamento. Le innovazioni descritte in questo articolo (dalle tecnologie di guida avanzata al trattamento adattativo, fino alle tecniche emergenti) testimoniano l'ampiezza delle direzioni in cui il settore si sta muovendo.

La **brachiterapia**, la **radioterapia stereotassica** e l'insieme delle tecniche avanzate di guida per immagini si sono affermate come pilastri fondamentali dell'oncologia radioterapica moderna. L'integrazione di queste metodiche nei protocolli clinici ha consentito di trattare i tumori con una precisione prima impensabile, garantendo elevati tassi di controllo locale e, al contempo, riducendo la tossicità sui tessuti sani. Ciascuna offre un contributo specifico: la radioterapia stereotassica eroga dosi ablative con accuratezza sub-millimetrica su lesioni bersaglio selezionate; la brachiterapia posiziona la sorgente radioattiva a diretto contatto con il tumore, massimizzando la dose nel volume neoplastico; le tecniche di IGRT, specialmente con l'avvento di piattaforme come il **MR-Linac**, permettono di visualizzare il tumore in tempo reale e di adattare il trattamento alle variazioni anatomiche o di posizione dell'ultimo momento. Sebbene già consolidate, queste tecnologie continuano a evolvere grazie a progressi costanti nell'imaging, nell'informatica e nell'ingegneria clinica. Attualmente contribuiscono a standard terapeutici sempre più elevati, confermando il ruolo centrale della radioterapia nel trattamento multimodale dei tumori. In prospettiva, le metodiche discusse in questo articolo rimarranno la spina dorsale della radioterapia oncologica, arricchendosi via via di nuove funzionalità e integrandosi con ulteriori innovazioni emergenti (come la terapia con particelle o l'intelligenza artificiale, affrontate in contributi paralleli).

In parallelo, lo sviluppo futuro della radioterapia sarà sempre più influenzato dalla capacità di integrare in modo armonico imaging avanzato, modelli computazionali e nuove tecnologie abilitanti all'interno di processi clinici sostenibili ed efficienti. La crescente complessità delle tecniche, insieme alle esigenze di standardizzazione, formazione specialistica e gestione dei dati, rappresenta una sfida strutturale ma anche un'opportunità per innalzare ulteriormente la qualità delle cure. In questo scenario, l'ingegneria, la fisica, la biologia e le scienze dei dati continueranno a convergere in modo sinergico, delineando un'evoluzione che verrà approfondita nei contributi successivi.

Questa evoluzione sinergica garantirà che la radioterapia mantenga e migliori ulteriormente la sua efficacia clinica, a beneficio di un numero sempre maggiore di pazienti, confermandone il ruolo centrale come disciplina in continua evoluzione, sospinta dall'innovazione scientifica e orientata a un trattamento oncologico sempre più avanzato, personalizzato e integrato.

Note

Per le immagini delle apparecchiature riportate in questo articolo sono state utilizzate immagini commerciali delle tecnologie riprese dai siti ufficiali dei produttori.

Bibliografia

Webster, M.; Podgorsak, A.; Li, F.; Zhou, Y.; Jung, H.; Yoon, J.; Dona Lemus, O.; Zheng, D. New Approaches in Radiotherapy. *Cancers* 2025.

Rapporto ISTISAN 25/18 - Assicurazione di qualità nella radioterapia ad intensità modulata. Gruppo di studio: Assicurazione di qualità in radioterapia

Martin, A.; Gaya, A. Stereotactic Body Radiotherapy: A Review. *Clin. Oncol.* 2010.

Tipton, K.; Launders, J.H.; Inamdar, R.; Miyamoto, C.; Schoelles, K. Stereotactic Body Radiation Therapy: Scope of the Literature. *Ann. Intern. Med.* 2011.

Timmerman, R.D.; Herman, J.; Cho, L.C. Emergence of Stereotactic Body Radiation Therapy and Its Impact on Current and Future Clinical Practice. *J. Clin. Oncol.* 2014.

Kim, M.-S.; Kim, W.; Park, I.H.; Kim, H.J.; Lee, E.; Jung, J.-H.; Cho, L.C.; Song, C.W. Radiobiological mechanisms of stereotactic body radiation therapy and stereotactic radiation surgery. *Radiat. Oncol. J.* 2015.

Klüter, S. Technical design and concept of a 0.35 T MR-Linac. *Clin. Transl. Radiat. Oncol.* 2019.

Winkel, D.; Bol, G.H.; Kroon, P.S.; van Asselen, B.; Hackett, S.S.; Werensteijn-Honingh, A.M.; Intven, M.P.; Eppinga, W.S.; Tijssen, R.H.; Kerkmeijer, L.G.; et al. Adaptive radiotherapy: The Elekta Unity MR-linac concept. *Clin. Transl. Radiat. Oncol.* 2019.

82. Grégoire, V.; Guckenberger, M.; Haustermans, K.; Lagendijk, J.J.W.; Ménard, C.; Pötter, R.; Slotman, B.J.; Tanderup, K.; Thorwarth, D.; van Herk, M.; et al. Image guidance in radiation therapy for better cure of cancer. *Mol. Oncol.* 2020.

Oderinde, O.M.; Shirvani, S.M.; Olcott, P.D.; Kuduvalli, G.; Mazin, S.; Larkin, D. The technical design and concept of a PET/CT linac for biology-guided radiotherapy. *Clin. Transl. Radiat. Oncol.* 2021.

Archambault, Y.; Boylan, C.; Bullock, D.; Morgas, T.; Peltola, J.; Ruokokoski, E.; Genghi, A.; Haas, B.; Suhonen, P.; Thompson, S. Making On-Line Adaptive Radiotherapy Possible Using Artificial Intelligence and Machine Learning for Efficient Daily Re-Planning. *Med. Phys. Int. J.* 2020.

Mutic, S.; Dempsey, J.F. The ViewRay System: Magnetic Resonance-Guided and Controlled Radiotherapy. *Semin. Radiat. Oncol.* 2014.

Zhang, C.; Xing, Y.; Angelini, E.D.; Landman, B.A. CT artifact reduction via U-net CNN. In *Proceedings of the Medical Imaging 2018: Image Processing*, Houston, TX, USA, 5 March 2018.

Dona Lemus, O.M.; Cao, M.; Cai, B.; Cummings, M.; Zheng, D. Adaptive Radiotherapy: Next-Generation Radiotherapy. *Cancers* 2024.

Nijkamp, JasperKnäusl, BarbaraAznar, MarianneGeorg, DietmarThorwarth, DanielaThwaites, DavidMuren, Ludvig P.van der Heide, Uulke A. et al. *Radiotherapy and Oncology*, Volume 205.

Yi Rong, Riley Tegtmeyer, Edward L. Clouser, Sujay A. Vora, Chang-Shiun Lin, Thomas R. Mackie, Robert Timmerman, Mu-Han Lin, *Advancements in Radiation Therapy Treatment Workflows for Precision Medicine: A Review and Forward Looking*, International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics, Volume 122, Issue 4, 2025.

Salari E, Wang J, Wynne JF, Chang CW, Wu Y, Yang X. Artificial intelligence-based motion tracking in cancer radiotherapy: A review. *J Appl Clin Med Phys.* 2024.

**News
e approfondimenti**



Il Sole

24 ORE

Professionale

SPECIALE CAM EDILIZIA

Nuovi Cam edilizia dal 2 febbraio: spinta su efficienza e riciclaggio, premiata la competenza dei tecnici

di Mariagrazia Barletta



Rispetto al testo del 2022 l'applicazione delle nuove regole tecniche è più ampia: include tutti i contratti pubblici di progettazione direzione lavori, esecuzione di lavori edili e ingegneria civile. Tutte le modifiche e le novità

È stato pubblicato sulla Gazzetta ufficiale del 3 dicembre il decreto del ministero dell'Ambiente contenente i nuovi Criteri ambientali minimi per l'edilizia che vanno a sostituire i vecchi Cam emanati con il Dm 256 del 2022.

I nuovi criteri vanno in vigore dopo 60 giorni dalla pubblicazione, ossia il 2 febbraio 2026. Tante le modifiche, a partire da un importante ampliamento del campo di applicazione dei Cam per l'edilizia.

Variano i contenuti di materiale riciclato o recuperato per gli isolanti termici e acustici. E poi, i nuovi criteri premianti da assegnare alla competenza tecnica dei progettisti, valutata in base all'analisi dei curriculum e dell'esperienza dimostrata o delle certificazioni di competenza rilasciate da enti terzi. In linea con la direttiva Epc, il Dm aggiorna, inoltre, la metodologia di calcolo della prestazione energetica nella fase estiva, adottando un metodo dinamico orario che consente – rispetto alle prescrizioni oggi utilizzate – di calcolare con più precisione la prestazione dell'edificio.

Nascono anche nuovi criteri, come quello che fissa al 40% il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotto per i telai fissi e mobili dei serramenti e delle chiusure oscuranti. Implementati i criteri per valutare la qualità dell'aria interna. Infine, una nuova attenzione per la

13



protezione della biodiversità, la conservazione degli ecosistemi e la mitigazione dei cambiamenti climatici, con indicazioni specifiche indirizzate ai progettisti, da applicare negli edifici, manufatti e opere in caso di nuova costruzione, di ristrutturazione urbanistica, ristrutturazione edilizia, demolizione e ricostruzione, restauro e risanamento conservativo, manutenzione ordinaria e straordinaria, qualora siano previsti interventi nelle aree verdi.

Ampliamento del campo di applicazione

La prima novità è nell'ampliamento del campo di applicazione: le nuove regole si applicano, infatti, a tutti i contratti pubblici, aventi per oggetto servizi di progettazione e direzione lavori di interventi edilizi e opere di ingegneria civile, esecuzione di lavori, inclusi gli interventi di costruzione, ristrutturazione, manutenzione e adeguamento. Dunque, i Cam per l'edilizia si applicano non solo agli edifici, ma a qualunque opera o manufatto, a meno che non vi siano dei Cam specifici come accade, ad esempio, per le infrastrutture stradali che hanno i loro criteri ambientali da seguire. Dovranno seguire le nuove regole non solo le stazioni appaltanti, gli enti concedenti e i concessionari, ma anche i soggetti privati che assumono in via diretta, o in regime di convenzione, l'esecuzione delle opere di urbanizzazione a scomputo totale o parziale del contributo previsto per il rilascio del permesso.

Entrata in vigore

Per i servizi di progettazione e direzione lavori, i nuovi Cam si applicano se i bandi o gli avvisi sono pubblicati a partire dal 1° febbraio o se l'invito a presentare l'offerta è inviato a partire da tale data. Per i lavori, i servizi di manutenzione e gli appalti integrati le nuove regole si applicano se i progetti a base di gara sono validati nel periodo di vigenza dei nuovi criteri. I nuovi Cam si applicano anche alla progettazione svolta internamente dalla stazione appaltante, anche se affidata con lettera di incarico precedente al 1° febbraio 2026, non ancora validata.

Il periodo transitorio

Il passaggio dalle vecchie alle nuove regole viene accompagnato da un periodo transitorio. Nello specifico, ci sono casi in cui i vecchi Cam (Dm 256 del 2022 come modificato dal Dm 5 agosto 2024) continuano ad essere applicati anche dopo il 1° febbraio 2026. Accade per gli appalti integrati che hanno a base di gara un progetto di fattibilità tecnico-economica validato in vigenza del Dm 256 del 2022, i cui bandi o avvisi siano pubblicato (o inviati nel caso di procedure senza pubblicazione del bando) entro tre mesi dalla data di validazione del progetto di fattibilità. Lo stesso vale per gli appalti di soli lavori, per i quali continuano a valere i vecchi criteri se il progetto esecutivo è validato nel periodo di vigenza del Dm del 2022, purché i bandi o gli avvisi per la scelta del contraente siano pubblicati (o inviati) entro tre mesi dalla data di validazione dell'esecutivo posto a base di gara.

Specifiche tecniche, clausole contrattuali e criteri premianti

I criteri ambientali sono distinti in specifiche tecniche, clausole contrattuali, criteri premianti. L'applicazione nella documentazione progettuale e di gara delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali è obbligatoria, ai sensi dell'articolo 57 comma 2 del Codice dei Contratti, per le stazioni appaltanti e gli

enti concedenti, i criteri premianti – va ricordato – sono da tenere in considerazione qualora la stazione appaltante utilizzi il miglior rapporto qualità prezzo ai fini dell'aggiudicazione dell'appalto, assegnandovi una significativa quota del punteggio tecnico attribuibile.

Indicazioni già nel documento di indirizzo alla progettazione

La stazione appaltante è tenuta a far riferimento ai Cam nel Documento di indirizzo alla progettazione (Dip) per fornire indicazioni al progettista. I Cam sono infatti criteri progettuali obbligatori che il progettista affidatario o gli uffici tecnici della stazione appaltante (nel caso in cui il progetto sia redatto da progettisti interni), oppure l'operatore economico, nel caso di appalto congiunto di progettazione e lavori, utilizzano per la redazione del progetto fin dal livello di fattibilità tecnico-economica. Nel caso in cui la stazione appaltante ritenga di non applicare alcuno dei criteri premianti previsti, deve darne opportuna giustificazione nel Dip.

Criteri premianti per la competenza dei progettisti

In relazione alla complessità dell'intervento, i nuovi Cam suggeriscono alla stazione appaltante di assegnare un criterio premiante alla competenza tecnica dei progettisti, valutata in base all'analisi del curriculum e dell'esperienza dimostrata o delle certificazioni di competenza rilasciate da enti terzi.

Relazione Cam, la mancata applicazione dei criteri va giustificata

Sul sito del ministero dell'Ambiente verrà messo a disposizione un modello di relazione che potrà fungere da guida per i progettisti. In caso di mancata applicazione dei criteri contenuti nel nuovo Dm, le motivazioni dovranno essere illustrate e giustificate dal punto di vista tecnico. Qualora il progetto sia sottoposto ad un processo di certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la relazione deve evidenziare, in modo documentato, l'equivalenza tra il criterio ambientale e il corrispondente criterio del protocollo adottato in termini di requisito e di verifica.

15

Prestazione energetica in fase estiva secondo la direttiva Epbd

In linea con la direttiva Epbd, il Dm aggiorna la metodologia di calcolo della prestazione energetica nella fase estiva. In particolare, il calcolo del fabbisogno e del consumo di energia deve tenere conto delle condizioni variabili che incidono sul funzionamento e sulle prestazioni dell'impianto, come pure sulle condizioni interne, così da ottimizzare il livello di costi, benessere (comfort), qualità dell'ambiente interno, facendo uso di intervalli di calcolo del tempo orari o suborari. Si tratta di adottare un metodo dinamico orario che permette di valutare con maggior precisione e coerenza con gli altri criteri, la prestazione dell'edificio rispetto alla valutazione effettuata con i parametri prescrittivi attualmente utilizzati.

Nuovo criterio premiante: vetrate di qualità

Limitatamente agli edifici in cui il vetro è una componente preponderante, è attribuito un punteggio premiante all'operatore economico che, nel caso di interventi di sostituzione o installazione ex novo di chiusure trasparenti, installi vetri conformi a quanto previsto dalla norma UNI 7697 in funzione della destinazione d'uso.

Serramenti in alluminio con al meno il 40% di materiale recuperato o riciclato

Diverse le novità che riguardano l'involucro edilizio, tra queste il criterio che fissa al 40% il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotto per i telai fissi e mobili dei serramenti e delle chiusure oscuranti. I precedenti Cam regolavano solo l'incidenza di materia riciclata o recuperata per i serramenti e gli oscuranti in Pvc tenendola al 20%. Ora a questo requisito si aggiunge anche quello relativo ai profili in alluminio, che, dunque, devono avere un'idonea documentazione che certifichi la percentuale minima del 40% di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti.

Nuove percentuali di materiale riciclato negli isolanti

Viene modificata la percentuale del contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato o di sottoprodotti per gli isolanti termici ed acustici. Tale percentuale passa dal 50 al 40% per le fibre in poliestere. Resta al 15% per il polistirene espanso sinterizzato, purché il 10% sia coperto da materiale riciclato. Per il poliuretano espanso rigido la percentuale è del 2% fino al 1° dicembre 2025 poi sale al 3%, di cui almeno il 2% deve essere rappresentato da materiale riciclato.

Serramenti, nodi conformi alle norme Uni

Sempre in tema di involucro edilizio, viene introdotto un nuovo criterio, da applicare alle nuove costruzioni, alle ristrutturazioni, al restauro e agli interventi di manutenzione che comprendano la sostituzione degli infissi esterni. Più nel dettaglio, il progetto, sia in caso di sostituzione che di installazione ex novo, deve prevedere nodi di posa dei serramenti esterni ed interni conformi ai criteri contenuti nella norma UNI 11673-1 oppure prescrivere nodi di posa di serramenti esterni e interni già qualificati, ai sensi della norma citata.

Implementati i criteri per qualità dell'aria

Riguardo alla qualità dell'aria, i requisiti si fanno più stringenti e si prevede che la scelta dei materiali nell'edificio sia focalizzata su materiali a basse emissioni per garantire il soddisfacimento delle condizioni low polluting o very low polluting building. Sono, inoltre, introdotte delle indicazioni specifiche per il recupero del calore nei sistemi di ventilazione meccanica, che devono prevedere un sistema integrato che recupera l'energia contenuta nell'aria estratta e la utilizza nel processo di preriscaldamento. L'efficienza di recupero deve essere almeno dell'80% nel periodo di riscaldamento e deve essere previsto un bypass in quello di raffrescamento.

Illuminazione naturale, criteri estesi alla manutenzione

È esteso agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria che prevedono una modifica delle pareti finestrate, il criterio secondo cui è necessario assicurare i parametri di luce naturale minimi definiti dalla norma UNI EN 17037, ossia almeno 300 lux per il 50% della superficie di riferimento e almeno 100 lux per il 95% della superficie. Valori da garantire per almeno la metà delle ore di luce diurna.

Criteri più severi per il controllo solare

Anche per l'immissione della radiazione solare negli ambienti interni, i Cam si fanno più severi e richiedo-

no precisi requisiti sia per le schermature solari mobili che per i sistemi di ombreggiamento fissi. Nel primo caso, viene richiesto il raggiungimento - nella stagione di raffrescamento estivo - di un valore del fattore di trasmissione solare totale ("Gtot") pari o migliore della Classe 3 come definito dalla Uni En 14501. Nel secondo, l'effetto di ombreggiamento va verificato calcolando, per ciascuna esposizione verticale, i fattori di ombreggiamento medi delle finestre (Fov, Ffin, Fhor) della stagione di raffrescamento come descritto nella specifica tecnica UNI/TS 11300, e rispettando un valore inferiore a 0,85. Solo nei casi di impossibilità tecnica o autorizzativa, documentata dal professionista, possono essere usati, al posto dei sistemi fissi e schermature mobili esterne, vetri selettivi o a controllo solare o vetri in combinazione con schermature mobili integrate nelle vetrate.

Indicazioni su quantitativo minimo di materiale riciclato o recuperato

Nel Dm viene anche specificato che «qualora venga richiesto un determinato quantitativo minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, si intende un contenuto di, alternativamente o cumulativamente, materie recuperate riciclate o sottoprodotti, di almeno il x% sul peso del prodotto, inteso quindi come somma delle frazioni presenti nel prodotto, restituito nella certificazione di prodotto specificando i contributi delle sole frazioni presenti, espressi in valore percentuale».

Il Dm elenca anche i documenti validi per attestare la percentuale di materiale recuperato, riciclato o di sottoprodotto richiesta, tra questi: la dichiarazione ambientale di prodotto, la certificazione di prodotto "ReMade" o ReMade in Italy", la certificazione di prodotto per il rilascio del marchio "Plastica seconda vita"; marchio VinylPlus product label per il Pvc. E poi: la certificazione di prodotto basata sul bilancio di massa determinato con un metodo di calcolo basato sulla tracciabilità dei flussi fisici di materia per lo specifico prodotto, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità accreditato. Valide anche la documentazione relativa alla data di adesione allo schema "Made Green in Italy" e la certificazione di prodotto, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità accreditato, in conformità alla prassi Uni Pdr 88.

17

Radon, riduzione delle concentrazioni non solo nelle aree prioritarie

L'obiettivo di ridurre le concentrazioni di gas radon nelle residenze o nei luoghi di lavoro entro i 200 Bg/mc è esteso agli interventi di ristrutturazione edilizia o di nuova costruzione indipendentemente dalla zona in cui ricade l'edificio; quindi, non esclusivamente nelle aree prioritarie. Tale obiettivo si applica anche agli interventi di manutenzione straordinaria qualora prevedano opere che coinvolgono le strutture di locali a contatto, anche parziale, con il terreno

Bim, base dati aggiornata in base ai Cam

Se il progetto ricade nell'obbligo di utilizzo del Bim, il progettista aggiudicatario è tenuto a implementare la base dati con le informazioni derivanti dai Criteri ambientali minimi.

Cambiamenti climatici e protezione degli ecosistemi

Il nuovo Dm introduce un nuovo capitolo dedicato alla protezione della biodiversità e degli ecosistemi e alla mitigazione dei cambiamenti climatici, dando indicazioni specifiche al progettista, da applicare per edifici, manufatti e opere in caso nuova costruzione, di ristrutturazione urbanistica, ristrutturazio-

ne edilizia, demolizione e ricostruzione, restauro e risanamento conservativo, manutenzione ordinaria e straordinaria, qualora siano previsti interventi nelle aree verdi. In particolare, si tratta di conservare gli ecosistemi presenti nell'area di intervento, anche se non soggetti a tutela, di prevedere un piano di manutenzione degli ecosistemi fluviali eventualmente presenti, nonché il miglioramento qualitativo e quantitativo del verde. Il progetto, inoltre, deve garantire il mantenimento dei profili morfologici esistenti, salvo quanto previsto nei piani di difesa del suolo e già in fase di Pfte è necessario includere uno screening del rischio climatico sull'area di intervento. Le misure di adattamento devono essere coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, regionale o nazionale e prendere in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura, come i Sustainable urban drainage systems o devono basarsi, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi.

Attenzione anche alla mobilità sostenibile

Il progetto soggetto ai Cam deve includere anche un'analisi del fabbisogno di mobilità sostenibile e le misure da adottare e realizzare. Ciò vale per gli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione urbanistica, ristrutturazione edilizia, demolizione e ricostruzione.

Diagnosi energetica "dinamica" anche al di sotto dei 5mila mq

Il nuovo Dm prevede, per la riqualificazione energetica e per la ristrutturazione importante di primo livello, la predisposizione di una diagnosi energetica dinamica anche per superfici utili rientranti nel range mille - 5mila mq (per tali superfici il Dm del 2022 prevede, invece, una diagnosi "standard"). La diagnosi energetica deve essere conforme alle linee guida della norma Uni/Tr 11775.

Il sottoprodotto include anche gli aggregati ottenuti da terre e rocce da scavo

Come specificato, per alcuni materiali e prodotti, il Dm fissa le percentuali minime di materiale riciclato, recuperato o di sottoprodotto che devono essere presenti. Riguardo al sottoprodotto, viene chiarito che questo può derivare «da scarti e sfridi di lavorazione ad uso interno allo stesso processo produttivo che li ha generati, o da scarti e sfridi di lavorazione generati da altri processi produttivi oppure da processi di simbiosi industriale». Tra i sottoprodotti, sono inclusi gli aggregati naturali ottenuti dalla lavorazione di terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotto.

SPECIALE CAM EDILIZIA

Cam edilizia, arriva lo schema guida per la relazione del progettista

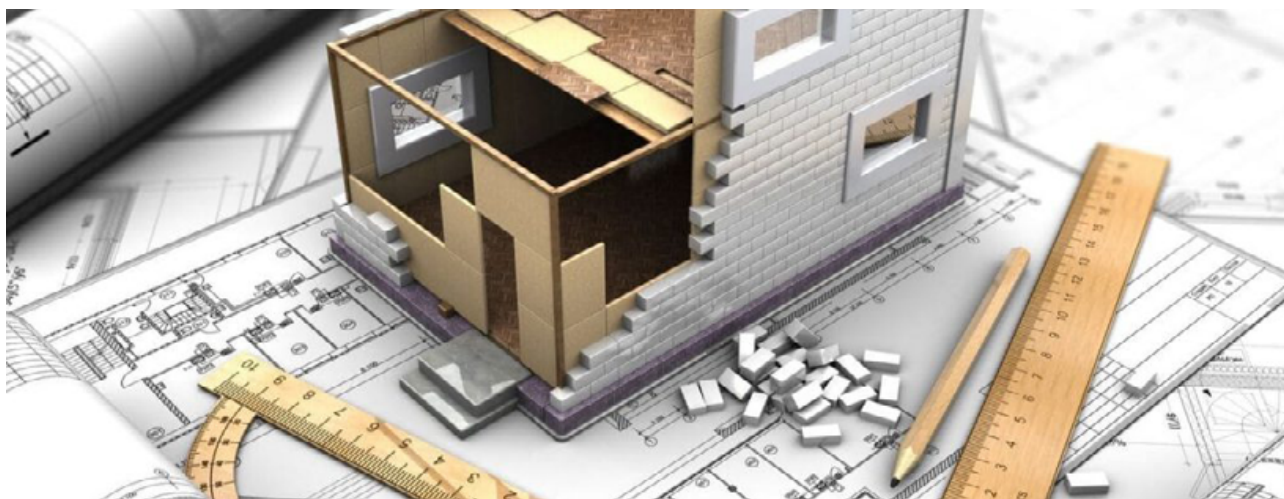
di Mariagrazia Barletta

Il documento pubblicato dal ministero dell'Ambiente fornisce al professionista tecnico lo schema da seguire nella relazione Cam relativamente alla normativa tecnica, alle schede di ciascun criterio da applicare al progetto e agli allegati

Il ministero dell'Ambiente ha pubblicato il modello che i progettisti possono utilizzare per redigere la relazione Cam coerentemente con i nuovi Criteri ambientali minimi pubblicati con il Dm del 24 novembre 2025 e in vigore dal 2 febbraio. La relazione – che dimostra il rispetto dei Cam – va declinata in funzione del tipo e della complessità dell'intervento e, dovendo essere prodotta per ogni livello di progettazione, il grado di approfondimento dei contenuti deve essere coerente con il livello di dettaglio degli elaborati progettuali. Va elaborata sin dal progetto di fattibilità tecnica ed economica e la stazione appaltante è tenuta a far riferimento ai Cam già nel Documento di indirizzo alla progettazione (Dip) per fornire indicazioni al progettista.

I nuovi Cam, dunque, puntano a garantire l'operatività dei requisiti ambientali sin dalle prime fasi del progetto, in modo da integrarli in modo organico nella concezione dell'intervento. In questa cornice si inquadra la relazione, che deve descrivere le scelte progettuali conformi ai criteri, indicare gli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti rispondenti ai Cam, dettagliare le caratteristiche di materiali e prodotti conformi ai criteri ambientali e indicare i mezzi di prova che l'impresa esecutrice dovrà presentare alla direzione lavori.

19



La non applicazione dei criteri va adeguatamente giustificata

Come specificato nei nuovi Cam, in caso di mancata applicazione dei nuovi criteri, le motivazioni della non rispondenza devono essere illustrate e giustificate dal punto di vista tecnico, facendo riferimento anche a documentazione tecnica di comprovata validità, come, ad esempio, le norme tecniche specifiche che prevedono determinati requisiti per prodotti da costruzione. La parziale applicazione o la non applicazione dei Cam va spiegata nelle schede da elaborare per ciascun criterio cui il progetto deve rispondere.

La sintesi normativa

Il modello di relazione individua tre paragrafi: normativa, progetto e allegati. Nel primo va illustrato il quadro normativo e tecnico di riferimento, indicando anche gli altri decreti Cam eventualmente applicabili (ad esempio per il verde pubblico o l'arredo urbano), eventuali normative ambientali cui è sottoposto il progetto (come il rispetto del principio Dnsh per gli interventi del Pnrr), il richiamo alla normativa tecnica adottata per l'eventuale studio di Valutazione ambientale del ciclo di vita (Lca). Infine, va indicata l'eventuale adozione di un protocollo di valutazione della sostenibilità energetico ambientale.

I protocolli di sostenibilità

Riguardo all'eventuale adozione di protocolli di sostenibilità energetico-ambientale, il criterio 2.1.1 dei nuovi Cam raccomanda di evidenziare nella relazione Cam, in modo documentato, l'equivalenza tra il criterio ambientale e il corrispondente criterio del protocollo adottato. Sempre in riferimento ai protocolli di sostenibilità, un'altra indicazione è data dal modello di relazione che raccomanda al progettista, nel caso in cui il credito del protocollo sia utilizzato per la dimostrazione di un criterio Cam, di allegare alla relazione «la documentazione prevista dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita, necessaria per dimostrare l'equivalenza tra il criterio ambientale e il corrispondente criterio del protocollo adottato in termini di requisito e di verifica».

Le schede per ciascun criterio

La parte centrale della relazione è costituita dalle schede da redigere per ciascun criterio applicato al progetto. Ogni scheda deve riportare: nome e cognome del professionista referente della progettazione per il criterio specifico, una sintesi degli obiettivi del criterio, i risultati raggiunti dal progetto con gli eventuali valori prestazionali richiamati dal criterio e i mezzi di verifica adottati dal progettista per la dimostrazione del requisito. E poi, il titolo dell'elaborato così come compare nell'elenco degli elaborati ed eventualmente il numero di pagina in cui è possibile rintracciare informazioni complete sui risultati raggiunti e sui mezzi di verifica adottati. Infine, l'eventuale riferimento al credito relativo del protocollo di sostenibilità energetico-ambientale adottato e le eventuali correlazioni tra il criterio ed altri obiettivi o requisiti richiesti da normative specifiche o da altra documentazione progettuale obbligatoria (obiettivi Dnsh, relazione di sostenibilità, relazione sulla gestione delle materie, etc..). Sono parte integrante della sezione "progetto" anche l'analisi della carbon footprint dell'opera in relazione al ciclo di vita, il contributo al raggiungimento degli obiettivi climatici e una sintesi del quadro delle indicazioni derivanti da pareri acquisiti sul progetto, con particolare riferimento a quelli rilasciati da enti preposti alla tutela.

Criteri premianti

Con l'obiettivo di supportare la stazione appaltante nella predisposizione dei documenti per la gara di esecuzione dei lavori, il progettista può proporre criteri premianti, fornendo le motivazioni tecniche e di sostenibilità ambientale che hanno portato alla scelta, anche sulla base degli obiettivi ambientali che l'amministrazione ha indicato nel Dip.

Tra gli allegati anche il piano di riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti da C&D

Il modello di relazione Cam indica anche le relazioni di approfondimento da allegare, tra queste c'è un nuovo piano previsto dai Cam 2026: il piano di riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione. È sempre obbligatorio, anche per gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. È di competenza del progettista e fa parte dei criteri progettuali per l'organizzazione e gestione sostenibile del cantiere. Indica le tipologie di rifiuto che si presume di generare in cantiere, derivanti da demolizioni o da scarti di lavorazione, andando a individuare i quantitativi da riutilizzare, riciclare o da recuperare. I contenuti minimi del piano sono descritti nell'allegato tecnico del nuovo Dm sui Cam. Più nel dettaglio, il piano deve descrivere le caratteristiche della struttura oggetto di intervento; contenere un inventario dei materiali e degli elementi non pericolosi e pericolosi, andando, per questi ultimi, a individuare i relativi rischi ed eventuali accorgimenti da adottare. Il documento deve anche includere: una descrizione del modello di gestione del deposito temporaneo dei rifiuti presso il cantiere con eventuale layout grafico; un elenco degli impianti di gestione dei rifiuti presenti a livello locale con indicazione (se possibile) dei servizi offerti. Infine, una descrizione del processo di tracciabilità dei rifiuti e del processo di riciclo.

SPECIALE CAM EDILIZIA

BIM e gestione digitale delle informazioni ambientali

di Nicola Furcolo

Solo il ricorso a metodi e strumenti di gestione informativa digitale può rendere efficace l'applicazione dei CAM. L'integrazione tra modellazione digitale BIM e analisi ambientale LCA consente di valutare la sostenibilità già in fase di progetto e di monitorarla durante il cantiere, secondo il paradigma del 6D del BIM

I CAM edilizia 2025 valorizzano esplicitamente la **digitalizzazione come fattore abilitante della sostenibilità**, attribuendo al BIM il ruolo di contenitore strutturato delle informazioni ambientali di progetto. Il modello informativo, già promosso dal Codice dei contratti pubblici per migliorare qualità, controllo e tracciabilità degli interventi, diventa lo strumento attraverso cui integrare e rendere verificabili i requisiti ambientali richiesti. In questo quadro, è previsto un **punteggio premiante** per i progettisti che si impegnano a incorporare nel modello BIM i dati ambientali previsti dai CAM. In termini operativi, ciò comporta l'arricchimento dei modelli informativi con dati quali:

- emissioni di CO2 e altri impatti associati ai materiali e agli impianti;
- percentuali di materiale riciclato o recuperato impiegate;
- certificazioni ambientali dei prodotti (per esempio Dichiarazioni ambientali di prodotto EPD o marchi Eco-label, ecc.);
- contenuto di sostanze pericolose;
- prestazioni energetiche;
- consumi idrici;
- ecc.

22



Un modello informativo strutturato in questo modo consente di simulare e verificare la sostenibilità dell'opera già nelle fasi iniziali della progettazione, facilitando il confronto tra soluzioni alternative e il controllo del rispetto dei requisiti CAM durante l'esecuzione.

Benefici operativi

I benefici operativi sono rilevanti: la gestione informativa digitale migliora il coordinamento multidisciplinare tra i diversi attori del progetto, riducendo interferenze, errori e rilavorazioni. Inoltre, l'integrazione dei dati LCA nel modello BIM rende l'analisi ambientale un processo iterativo, aggiornabile in tempo reale al variare delle scelte progettuali, ad esempio attraverso la sostituzione di materiali o soluzioni tecniche.

Un ulteriore vantaggio riguarda la produzione dei mezzi di prova. Dal modello BIM è possibile estrarre in modo automatico report, elenchi materiali, certificazioni ambientali e computi metrici ambientali, semplificando la dimostrazione della conformità ai CAM sia in fase di gara sia durante l'esecuzione.

In sintesi, la gestione informativa digitale consente di passare da una sostenibilità dichiarata a una sostenibilità misurabile e verificabile. La capacità di utilizzare il BIM in chiave ambientale rappresenta quindi un elemento distintivo, in grado di migliorare la qualità del progetto e aumentare le possibilità di ottenere i punteggi premiali previsti dai CAM.



Non sorprende, dunque, che chi saprà sfruttare il BIM in chiave "green" avrà maggiori chance di ottenere i punteggi aggiuntivi previsti e di offrire un progetto qualitativamente superiore.

BIM: contenitore intelligente di dati ambientali

Il BIM non è più solo modellazione. I CAM 2025 lo valorizzano come lo strumento per integrare, strutturare e rendere verificabili i requisiti ambientali richiesti (paradigma BIM 6D).

Dati Integrabili

-  Emissioni di CO₂ (GWP)
-  Percentuali di materiale riciclato/recuperato
-  Certificazioni ambientali (EPD, Ecolabel)
-  Prestazioni energetiche e consumi idrici

Lastra in Calcestruzzo
Contenuto Riciclato: 5%

Pannello Isolante
Certificazione: EPD n. XYZ

Serramento
Prestazione Energetica: Classe A



SPECIALE CAM EDILIZIA

Cam edilizia e inerti da cantiere, ecco come cambia la gestione per l'impresa

di Mariagrazia Barletta



Negli interventi di demolizione e nuova costruzione almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi generati deve essere riutilizzato, riciclato o recuperato. E bisogna pensarci fin da quando si fa il progetto

Per i cantieri di costruzione e per quelli di demolizione, almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi generati deve essere riutilizzato, riciclato o recuperato. L'obiettivo va perseguito già in fase di progettazione con una stima delle tipologie di rifiuto, derivanti da demolizioni o da scarti di lavorazione, che si presume di produrre in cantiere. Si tratta di individuare i quantitativi da riutilizzare, riciclare o da recuperare. Tale stima deve farla il progettista, elaborando il piano di riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione. L'impresa dovrà poi dimostrare di aver centrato le prescrizioni individuate in fase di progettazione insieme all'obiettivo del 70% di riutilizzo, riciclo o recupero di materiale, elaborando il piano di gestione dei rifiuti di cantiere.

L'obiettivo di riciclo del 70% dei rifiuti prodotti in cantiere non è nuovo, ma lo sono i due piani: due documenti obbligatori per i contratti pubblici aventi per oggetto servizi di progettazione ed esecuzione di lavori, inclusi gli interventi di costruzione, ristrutturazione e manutenzione.

A prevederli sono i nuovi Criteri ambientali minimi per l'edilizia (emanati con il Dm 24 novembre 2025), in vigore dal 2 febbraio 2026. Devono applicare i nuovi Cam - va ricordato - non solo le stazioni appaltanti, gli enti concedenti e i concessionari, ma anche i soggetti privati che assumono in via diretta, o in regime di convenzione, l'esecuzione delle opere di urbanizza-

25



zione a scomputo totale o parziale del contributo previsto per il rilascio del permesso. È questo l'ambito di applicazione dei due nuovi piani.

Il Piano di riutilizzo, riciclo, recupero dei rifiuti da C&D

Il piano di riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti da C&D è sempre obbligatorio, anche per gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. È di competenza del progettista e fa parte dei criteri progettuali per l'organizzazione e gestione sostenibile del cantiere. Indica le tipologie di rifiuto che si presume di generare in cantiere, derivanti da demolizioni o da scarti di lavorazione, andando a individuare i quantitativi da riutilizzare, riciclare o da recuperare. Si tratta di specificare: le frazioni monomateriali da avviare ad operazioni di preparazione per il riutilizzo; i rifiuti inerti da destinare agli impianti per la produzione di aggregati riciclati, i rifiuti di conglomerato bituminoso e, infine le frazioni da avviare a operazioni di riciclo o ad altre forme di recupero. I costi per l'adempimento delle attività di riutilizzo, riciclo e recupero devono essere opportunamente indicati nel quadro economico dell'intervento.

I contenuti minimi del piano sono descritti nell'allegato tecnico del nuovo Dm sui Cam. Più nel dettaglio, il piano deve descrivere le caratteristiche della struttura oggetto di intervento; contenere un inventario dei materiali e degli elementi non pericolosi e pericolosi, andando, per questi ultimi, a individuare i relativi rischi ed eventuali accorgimenti da adottare. Il documento deve anche includere: una descrizione del modello di gestione del deposito temporaneo dei rifiuti presso il cantiere con eventuale layout grafico; un elenco degli impianti di gestione dei rifiuti presenti a livello locale con indicazione (se possibile) dei servizi offerti. Infine, una descrizione del processo di tracciabilità dei rifiuti e del processo di riciclo.

Per la redazione, il Dm Cam indica i documenti che possono essere utilizzati come riferimento, ossia: gli "Orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici" della Commissione Europea del 2018 o la prassi Uni Pdr 75 "Decostruzione selettiva - Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare". Il grado di dettaglio del piano deve adattarsi ai contenuti dei diversi livelli di progettazione. Deve, inoltre, essere coerente con gli scenari di fine vita dei materiali, dei sistemi e componenti definiti negli studi di Valutazione ambientale del ciclo di vita (Lca) e di Valutazione dei costi del ciclo di vita (Lcc), nonché con i criteri ambientali che il nuovo Dm aggiorna puntando, come il suo precedente, a massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale (da demolizione o scarti di lavorazione) prodotti in cantiere, grazie a sistemi di demolizione selettiva o decostruzioni, se tecnicamente possibili.

Sempre in riferimento ai criteri per l'organizzazione e gestione sostenibile del cantiere, come si diceva, il nuovo Dm prevede che per tutte le attività dei cantieri di demolizione o costruzione, il progetto assicuri che almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi generati (sono escluse le terre e rocce da scavo) sia riutilizzato, riciclato o recuperato, rispettando l'ordine stabilito dal testo unico ambientale (Dlgs 152 del 2006) che mette in cima alle priorità il riutilizzo, seguito dal riciclo, dal recupero e infine dallo smaltimento.

La relazione Cam

Il progettista dimostra come saranno raggiunti gli obiettivi riutilizzo, riciclo e recupero nella relazione Cam, nella quale deve anche giustificare l'eventuale impossibilità di procedere con la demolizione selettiva (basata sulla suddivisione dei rifiuti in frazioni omogenee) o per decostruzione. Una condizione che può facilmente verificarsi nel caso degli edifici più datati, le cui tecnologie costruttive rendono ardue tali operazioni. In caso di

interventi su edifici storici, i Cam raccomandano di effettuare preliminarmente una campagna di analisi conoscitiva dell'edificio e dei materiali costitutivi per determinarne, la tipologia, l'epoca e lo stato di conservazione e individuare le frazioni di materiale da demolire o eventualmente recuperare. I prelievi e le prove finalizzati alle verifiche sui materiali costitutivi e sulle costruzioni esistenti devono essere effettuate e certificate dai laboratori ufficiali ed autorizzati ai sensi del Tu dell'edilizia (art. 59 del Dpr 380 del 2001).

Il progettista deve elencare, sempre nella relazione Cam, anche quali sono le fonti da cui ha dedotto, per ogni materiale, le percentuali impiegate nel calcolo della quota avviata a riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. «Il progettista, dove possibile – viene precisato nel Dm -, può fare riferimento alle informazioni sulle tecnologie e gli scenari di disassemblaggio/decostruzione e fine vita di uno o più componenti, fornite con le schede tecniche o la documentazione tecnica del fabbricante dei componenti e dei materiali, incluse le dichiarazioni ambientali di prodotto (EpD), a dimostrazione della fattibilità tecnica del recupero e del riciclo. In alternativa, per la costruzione di scenari plausibili di riciclo e recupero si può far riferimento ai rapporti pubblicati annualmente da Ispra e dalla fondazione per lo Sviluppo sostenibile».

Il piano di gestione dei rifiuti di cantiere

Il piano di gestione dei rifiuti di cantiere è anch'esso obbligatorio ed è di competenza dell'impresa che esegue i lavori. Serve a dimostrare che effettivamente, in fase di cantiere, vengono rispettate le prescrizioni del piano di decostruzione e demolizione selettiva e del piano di riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione redatto dal progettista. Il piano di gestione dei rifiuti di cantiere deve individuare i centri di smaltimento prossimi al cantiere, specificando le tipologie di rifiuti gestibili da ciascun impianto. Include anche una tabella per il tracciamento dei rifiuti, da aggiornare costantemente, redatta sulla base delle dichiarazioni mensili rilasciate dai gestori degli impianti tenuti a certificare le percentuali di rifiuto effettivamente avviate al riciclo o al recupero. Tutto ciò per dimostrare il soddisfacimento della quota del 70% di rifiuti recuperati o riciclati.

Il piano di gestione dei rifiuti di cantiere fa parte della relazione Cam che l'impresa elabora e aggiorna in base allo stato di avanzamento dei lavori, la quale, per alcuni criteri, entra nel merito delle scelte e procedure gestionali adottate in fase esecutiva per rendere operativi i contenuti della relazione tecnica Cam del progettista. La relazione dell'impresa, in occasione della redazione dello stato finale dei lavori, viene consegnata alla direzione dei lavori.

End of waste, la percentuale del 100% può essere autodichiarata

Nel definire i criteri progettuali per l'organizzazione e gestione sostenibile del cantiere, e in riferimento ai riinterri e ai riempimenti, i nuovi Cam si allineano alla normativa sulla cessazione della qualifica di rifiuto, introducendo la possibilità di certificare come riciclato al 100% un prodotto da costruzione costituito esclusivamente da materiale derivante da un processo di End of waste. È possibile dimostrare tale percentuale mediante una dichiarazione ambientale di prodotto, conforme alle norme Uni En 15804 e Uni En Iso 14025, verificata da parte di un organismo di verifica e validazione accreditato. Sono ammesse anche diverse tipologie di certificazione di prodotto ed è valida anche la dichiarazione del fabbricante che riporti chiaramente l'indicazione della percentuale di contenuto di materiale riciclato del 100%, accompagnata dall'autorizzazione al recupero e dalla documentazione prevista dalla legge per l'EoW. Nel caso in cui il prodotto sia soggetto a marcatura Ce, la dichiarazione del fabbricante può essere sostituita dalla dichiarazione di prestazione (DoP) del prodotto, purché questa riporti chiaramente anche l'indicazione della percentuale di contenuto di riciclato del 100%.

APPALTI

Legge di bilancio e contratti pubblici

di Andrea Farruggio

La legge di Bilancio 2026 (legge 199/2025), in vigore dal 1° gennaio 2026 è intervenuta anche in materia di contratti pubblici. Vediamo quali sono le novità introdotte

Come già accaduto in passato, la legge di bilancio ha costituito l'occasione per intervenire nuovamente sulla disciplina dei contratti pubblici. L'intervento, peraltro, è avvenuto mediante previsioni non destinate ad integrarsi nel testo del D.Lgs. 36/2023; con quel che ne consegue circa l'esigenza, mai auspicabile, di dover coordinare il testo codicistico con fonti normative esterne.

Le novità riguardano, quasi esclusivamente, la disciplina dei prezzi applicabili agli appalti pubblici di lavori, in una duplice prospettiva.

Sotto il primo profilo, la legge di bilancio (legge 199 del 2025) è intervenuta prevedendo l'istituzione di un "prezzario nazionale recante il costo dei prodotti, delle attrezzature e delle lavorazioni relativi agli appalti di lavori", da adottare entro 180 giorni dall'entrata in vigore della norma e da aggiornare annualmente (comma 487).

La dichiarata finalità di tale prezzario è quella di fornire uno "strumento di supporto alla definizione dei prezzari adottati dalle regioni ai sensi dell'articolo 41, comma 13, del medesimo codice di cui al decreto legislativo n. 36 del 2023, nonché dei prezzari speciali adottati dalle stazioni appaltanti e dagli enti concedenti previa autorizzazione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ai sensi del medesimo comma 13".

28



Nell'indicare "le possibili soglie di variazione di prezzo applicabili a livello territoriale", il neo-introdotta prezzario nazionale pare dunque assumere una mera funzione orientativa, restando impregiudicato per le Stazioni Appaltanti il ruolo centrale – e cogente (cfr. TAR Lazio, Roma, Sez. IV, 29 maggio 2023, n. 9031) – del prezzario regionale nella determinazione della base d'asta ai sensi dell'art. 41, comma 13, D.Lgs. 36/2023.

Ciò si riflette anche nella possibilità per la Regione di determinare autonomamente i prezzi, discostandosi motivatamente dall'accertamento compiuto a livello nazionale (cfr. comma 487), ovvero – lo si aggiunge – prescindendo da esso in caso di inerzia nell'adozione o nell'aggiornamento del prezzario ministeriale. Aspetto, quest'ultimo, non di poco conto per scongiurare impasse applicative nell'ipotesi di mancata o tardiva adozione del prezzario, come già verificatosi – seppur per altri fini – con riguardo ai decreti previsti dal D.L. 4/2022.

Sotto altro profilo, la legge di bilancio è intervenuta sulla disciplina in materia di revisione dei prezzi negli appalti di lavori, prevedendo che per gli affidamenti antecedenti al D.Lgs. 36/2023, disposti "sulla base di offerte, con termine finale di presentazione entro il 30 giugno 2023, lo stato di avanzamento dei lavori, afferente alle lavorazioni eseguite o contabilizzate dal direttore dei lavori ovvero annotate sotto la responsabilità dello stesso nel libretto delle misure dal 1° gennaio 2026 fino alla data di fine lavori, è adottato applicando, anche in deroga alle clausole contrattuali o agli indici di aggiornamento inflativo previsti dalla normativa applicabile al contratto, in aumento o in diminuzione rispetto ai prezzi posti a base di gara, al netto dei ribassi formulati in sede di offerta, i prezzari predisposti annualmente dalle regioni e dalle province autonome ai sensi dell'articolo 41" D.Lgs. 36/2023 (cfr. comma 490).

La disposizione – nel regolare il compenso revisionale spettante per le opere ancora da eseguire, nell'ambito di appalti soggetti al D.Lgs. 50/2016 – pone taluni interrogativi.

Su un piano sistematico, la norma non si limita infatti a rettificare il periodo temporale di applicazione dell'art. 26 D.L. 50/2022, ma detta viceversa un'autonoma e generalizzata disciplina del compenso revisionale (applicabile, ad esempio, anche ai contratti che hanno avuto accesso al fondo per le opere indifferibili, eccettuati dal D.L. 50/2022).

Ciò apre ad una potenziale, e forse inevitabile, sovrapposizione con l'art. 9 D.L. 73/2025: il quale aveva previsto l'applicazione retroattiva dell'art. 60 D.Lgs. 36/2023 ai contratti c.d. esodati, non soggetti al D.L. 50/2022 e colpiti dalla mancata adozione dei decreti ministeriali attuativi del D.L. 4/2022.

Di conseguenza, ci si deve chiedere, ragionevolmente con risposta affermativa, se il D.L. 73/2025 ceda il passo alla legge di bilancio per le opere da eseguire a far data dal 1° gennaio 2026. Non senza dimenticare che la legge di bilancio pone, come duplice condizione, l'assoggettamento dell'appalto al D.Lgs. 50/2016 e la scadenza del termine di presentazione delle offerte al 30 giugno 2023. Con il corollario che il D.L. 73/2025 potrebbe restare viceversa applicabile per quei contratti affidati con procedure indette prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 36/2023, ma con termine di scadenza delle offerte successivo al 30 giugno 2023 (ipotesi non infrequente, alla luce della comprensibile corsa delle Stazioni Appaltanti alla pubblicazione delle gare a ridosso del 30 giugno 2023).

Tale assetto apre dunque ad una differenza di regolamentazione, appalto per appalto, che potrebbe risultare difficilmente giustificabile su un piano logico. Infatti, nel suo tenore letterale, la legge di bilancio prevede l'adozione dello stato di avanzamento dei lavori applicando "i prezzari predisposti annualmente

dalle regioni e dalle province autonome ai sensi dell'articolo 41 del citato codice di cui al decreto legislativo n. 36 del 2023", con un riconoscimento della maggiorazione nella misura del 90 per cento per i contratti con termine finale di presentazione delle offerte entro il 31 dicembre 2021, ovvero dell'80 per cento per i contratti affidati successivamente. Non trova dunque applicazione la soglia minima di rilevanza della variazione, oggi fissata dall'art. 60 D.Lgs. 36/2023 – per come richiamato dall'art. 9 D.L. 73/2025 – nel 3% del valore dell'opera.

Si segnala in ogni caso che, rispetto a tale nuova previsione in materia di revisione dei prezzi, i commi 490 e seguenti della legge di bilancio hanno regolato compiutamente anche i meccanismi di individuazione, ed eventuale reintegro, delle somme destinate alla liquidazione del compenso revisionale.

Infine, sotto diverso e completamente autonomo profilo, tra le novità introdotte dalla legge di bilancio si segnala una disposizione in materia di incentivi per funzioni tecniche, dettata ad hoc per le amministrazioni centrali dello Stato (art. 20, comma 6, legge 199/2025). È stato in particolare previsto che "il Ragioniere generale dello Stato, per l'anno finanziario 2026, è autorizzato a riassegnare, con propri decreti, su proposta dell'amministrazione competente, ai pertinenti capitoli di spesa iscritti nello stato di previsione della medesima amministrazione le somme versate all'entrata del bilancio dello Stato riguardanti le risorse allo scopo destinate per ciascun appalto di lavori, servizi o forniture da parte della struttura ministeriale che opera come stazione appaltante, ferma restando l'adozione del regolamento che ciascuna amministrazione deve adottare per la ripartizione degli incentivi alle funzioni tecniche". Al di là dei profili attinenti prettamente alla contabilità dello Stato, appare rilevante il richiamo alla necessità di adozione di appositi regolamenti amministrativi interni volti a disciplinare l'erogazione degli incentivi per funzioni tecniche, a specificazione di quanto previsto in via generale dall'art. 45, comma 3, D.Lgs. 36/2023.

APPALTI

Cni, esaurito il Pnrr risalgono project financing e concessioni

di E.I.E.

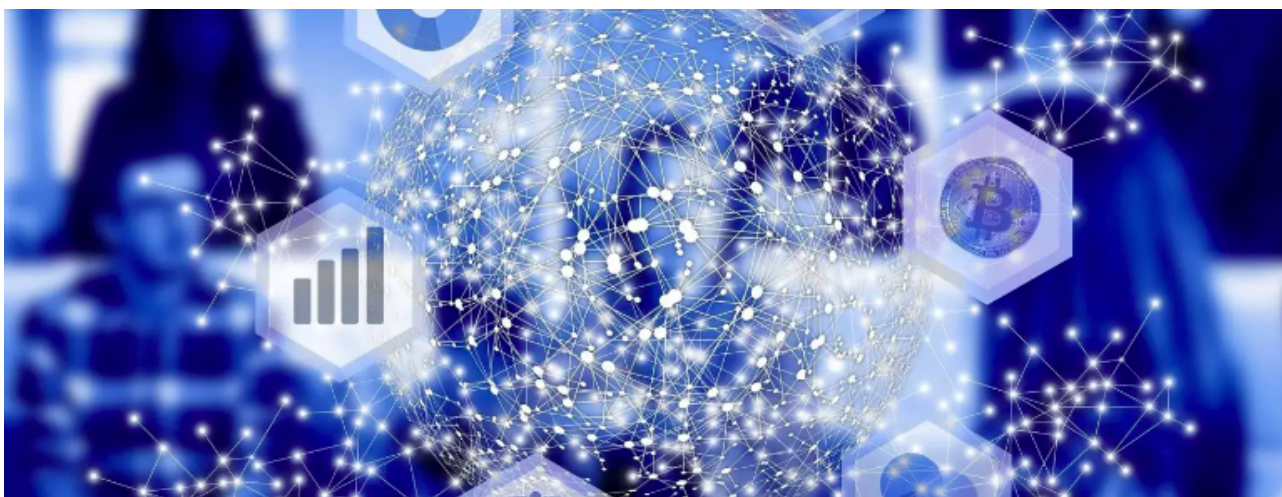
Ghionna: «La marginalizzazione dei liberi professionisti e le anomalie nei bandi confermano che il tema dell'equo compenso e della qualità resta centrale»

Mentre vanno esaurendosi i fondi del Pnrr, risalgono project e concessioni. Questo in estrema sintesi, il quadro delineato dal consueto rapporto annuale del Centro Studi del CNI dedicato al mercato dei servizi di architettura e ingegneria. Sul piano generale, anche nel 2025 continua la flessione inaugurata nel 2024.

Nell'anno appena concluso le stazioni appaltanti hanno pubblicato bandi di gara per un ammontare complessivo di circa 1 miliardo e 230 milioni di euro, valore in linea con quanto registrato negli anni pre-pandemia. Siamo tornati, dunque, ai valori ante Covid, anche perché, nel periodo in esame, la percentuale degli importi a base d'asta delle gare finanziate con fondi PNRR si è ridotta ad appena il 2,2%.

I servizi di ingegneria tipici (escludendo dunque gli accordi quadro, i bandi con esecuzione dei lavori, i concorsi di idee e progettazione e i bandi per servizi ICT), rappresentano oltre la metà di questo mercato (50,7%), mentre il 30,4% è relativo agli accordi quadro e il 18,8% ai bandi per gli appalti integrati. I dati fanno registrare un progressivo calo degli importi a base d'asta, passati dai 701 milioni di euro nel 2024 ai 624 milioni di euro nel 2025. Oltre il 70% di questi bandi di gara presenta un importo a base d'asta inferiore a 140.000 euro che, in base alla normativa vigente, potrebbero essere affidati senza procedura.

31



Per i bandi con importo a base d'asta superiore a 215.000 euro la percentuale scende al 21% (nel 2024 era del 44,1%), mentre il 5,9% dei bandi pubblicati presenta un importo compreso tra 140.000 e 215.000 euro.

A discapito di uno scenario generale che attesta il definitivo rientro dal boom degli anni scorsi, si rileva un sensibile aumento, rispetto al 2024, degli importi destinati ai servizi di ingegneria e architettura negli appalti integrati, nei project financig e nelle concessioni, tanto da spingere il volume degli stanziamenti posti complessivamente a base d'asta per i servizi di ingegneria a varcare quota 25 miliardi di euro, assai più del doppio di quanto rilevato nel 2024.

Tra le gare in cui è prevista l'esecuzione dei lavori, nel 2025 sono stati rilevati 532 bandi di appalto integrato per un valore complessivo (incluso l'esecuzione delle opere) pari a 6,1 miliardi di euro. Altre 157 opere sono state messe a gara mediante l'istituto del Project Financing per un importo complessivo pari a 4,8 miliardi di euro, mentre per 52 gare di concessione sono stati stanziati 9,1 miliardi di euro. Valori complessivi di gran lunga superiori a quelli rilevati gli anni precedenti.

«Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e i bonus edilizi negli scorsi anni hanno rappresentato per il nostro Paese un'importante opportunità di sviluppo e investimenti che ha portato ad una significativa crescita economica dell'intero comparto - afferma Angelo Domenico Perrini, presidente del CNI -. Purtroppo, come stiamo sottolineando da tempo e come era facile prevedere, questo trend non poteva rivelarsi duraturo, essendo i suddetti interventi limitati nel tempo. Va detto, però, che alle flessioni registrate si aggiungono i dati in controtendenza relativi a concessioni e project financing che attestano come per ingegneri e progettisti non manchino le opportunità professionali. Detto questo, non va mai abbassata la soglia dell'attenzione rispetto al tema dell'equo compenso. Il monitoraggio effettuato dall'Osservatorio bandi della nostra Fondazione CNI attesta, ancora una volta, che un numero significativo delle irregolarità registrate riguarda proprio la violazione dell'equo compenso. In questo senso, il Consiglio Nazionale continuerà a difendere l'effettiva applicazione di questo strumento normativo, in particolare in occasione delle proprie interlocuzioni istituzionali».

A conferma di quanto affermato da Perrini, l'attività dell'Osservatorio bandi della Fondazione CNI rivela che dei 3.480 bandi pubblicati nel 2025, in 1.028 casi si è reso necessario un approfondimento più dettagliato dei documenti di gara, a seguito del quale, per 221 gare è stata inviata alla stazione appaltante una lettera di segnalazione dell'anomalia riscontrata. In effetti, le anomalie hanno riguardato principalmente aspetti correlati all'equo compenso e al calcolo dell'importo a base d'asta.

«La flessione globale del mercato dei servizi di architettura e ingegneria - osserva Giuseppe Maria Margiotto, consigliere segretario del CNI, con delega al Centro Studi - si riverbera sul posizionamento dei liberi professionisti. La quota di gare da loro aggiudicate nel 2025, sebbene in lieve miglioramento, resta bassa: 36,4% con una quota degli importi aggiudicati del 7,2%.

Il dominus del mercato continua ad essere rappresentato dalle società che si aggiudicano il 54,4% delle gare e il 72,5% degli importi. Se i professionisti se la cavano ancora bene nelle gare con importi inferiori a 140mila euro (49% di aggiudicazioni col 45,2% degli importi), già nella fascia compresa tra 140mila e 215mila euro subiscono un drastico ridimensionamento (appena il 2,7% delle gare e l'11,6% degli importi). Per non parlare della fascia oltre i 215mila euro dove a fronte del 3,1% di gare aggiudicate, i professionisti portano a casa solo l'1,4% degli importi.

I dati migliorano sensibilmente se si considerano le associazioni tra società e liberi professionisti.

A dimostrazione del fatto che, passato il tempo delle 'vacche grasse', una delle strategie su cui puntare è quella di dare vita il più possibile a forme di aggregazione professionale».

«Il monitoraggio del Centro Studi CNI – dice Marco Ghionna, presidente del Centro Studi CNI - mostra con chiarezza che, esaurita la spinta straordinaria del Pnrr, il mercato dei servizi di ingegneria sta cambiando struttura. Diminuiscono i bandi "tipici" e crescono appalti integrati, project financing e concessioni: un passaggio che richiede più programmazione, competenze tecniche solide e una governance pubblica più consapevole. La marginalizzazione dei liberi professionisti e le numerose anomalie riscontrate nei bandi confermano che il tema dell'equo compenso e della qualità della progettazione resta centrale».

Un'ultima osservazione sui ribassi di aggiudicazione. Dal primo gennaio 2025, con l'entrata in vigore del Correttivo del Codice degli appalti sono state modificate le disposizioni relative ai ribassi di gara, al fine di garantire il principio dell'equo compenso e, allo stesso tempo, di focalizzare maggiormente l'attenzione sulla componente qualitativa delle offerte. Ebbene, l'analisi dei dati evidenzia che nel 2025 il ribasso medio nelle gare con importo inferiore ai 140mila euro è risultato pari al 14,3%, ampiamente inferiore al limite massimo consentito, mentre per le gare sopra soglia il ribasso medio è risultato pari al 32,8%.

EDILIZIA E URBANISTICA

Emilia-Romagna, edilizia in calo del 2,6% nel 2026

di Natascia Ronchetti

Le stime di Unioncamere: dopo sei anni di crescita la brusca frenata. A pesare l'esaurimento del Pnrr e ridimensionamento degli incentivi nazionali

È stato in corsa per sei anni, dal 2021 al 2025, con un balzo del valore aggiunto che ha sfiorato il 9% e che l'anno scorso ha raggiunto i 9,1 miliardi, vale a dire il 5,2% del totale regionale, spingendo l'economia. Adesso per il sistema emiliano-romagnolo delle costruzioni si profila la frenata. E più brusca che nel resto del Paese: una flessione nel 2026 del 2,6% contro una media nazionale del 2,5. Retromarcia che farà sentire i propri effetti soprattutto sulle piccole e medie imprese, che fino ad ora hanno beneficiato del traino esercitato principalmente dai grandi gruppi e dalle opere finanziate con il Pnrr.

L'effetto di un andamento tipico dell'economia della regione - nelle fasi di espansione brilla più dell'Italia, in quelle recessive paga lo scotto di una contrazione più marcata - che è la conseguenza di un combinato disposto: l'esaurimento prossimo del Pnrr e il drastico ridimensionamento degli incentivi nazionali, tra bonus per le ristrutturazioni, ecobonus e sismabonus. Prospettiva che allarma le imprese del settore. «Dobbiamo ipotizzare un nuovo piano straordinario - dice Stefano Betti, presidente di Ance Emilia Centro, che tra le province di Bologna, Ferrara e Modena associa 400 imprese che sviluppano un fatturato prossimo a 2,8 miliardi -. Non possiamo tornare al periodo in cui anche le opere pubbliche erano azzerate, è necessario prevedere appositi

34



fondi strutturali». L'analisi dello stato di salute del settore arriva dal centro studi di Unioncamere regionale: «In passato i vari bonus, insieme al Pnrr, hanno spinto le costruzioni – spiega il direttore Guido Caselli -. Ma quest'ultimo sta venendo meno e sta finendo la stagione degli incentivi. Il settore non può che risentirne, con ripercussioni su tutte le imprese, ma in primo luogo su quelle meno strutturate». Che il sistema, tra big e piccole aziende, abbia contribuito decisamente alla crescita seppure contenuta del Pil dell'Emilia Romagna (nel 2025

+ 0,6% contro la media nazionale dello 0,5) è confermato dai numeri. Con un aumento del 2,2%, si è collocato al primo posto in regione, superando nettamente industria (0,9) e terziario (0,4%), così come il settore agricolo, in picchiata con una flessione del 5,5%. Ma d'ora in avanti, quest'anno, non sarà più così, anche se alla retromarcia farà da contraltare un piccolo sprint dell'industria (+1,1%) e dei servizi (+1,2), oltre a una ripresa dell'agricoltura. Così le imprese alzano il tiro, richiamando l'attenzione sul tema della casa nella sua funzione sociale, vale a dire a prezzi di acquisto e di affitto accessibili. «Oggi il rapporto tra salari reali e costo delle abitazioni è insostenibile – dice Betti -. Un problema di cui per la prima volta si sta occupando anche la Commissione europea, dalla quale arrivano indicazioni di fondi strutturali rilevanti. È arrivato il momento di costruire un ragionamento nuovo, prendendo in considerazione tutto il sistema, dalle case per le fasce della popolazione più fragili agli studentati». Per l'Ance ci sono poi la questione dell'efficientamento energetico, sia nel pubblico che nel privato, e della rigenerazione urbana. «Il flusso della popolazione verso le città più attrattive richiede servizi e riqualificazione e su questo punto – osserva Betti – la Regione deve essere in prima linea». Le conseguenze immediate? «Organizzazione e classe dimensionale elevata sono state sempre una difesa – aggiunge Betti -. Le imprese più grandi e meglio strutturate avranno molte più chances di resistere in questo periodo complesso».

EDILIZIA E URBANISTICA

Ok paesaggistico ex lege 1497 annullabile dalla Soprintendenza senza «adeguata motivazione»

di Massimo Frontera



Il Consiglio di Stato ricorda che il divieto di una nuova valutazione di merito è derogabile se l'ente competente non ha «adempiuto al suo obbligo di motivare in maniera adeguata in ordine alla compatibilità paesaggistica dell'opera»

In un'area di un comune campano all'interno del parco del Vesuvio, un residente ha chiesto e ottenuto il dal comune permesso di effettuare una sopraelevazione, ottenendo anche il nulla osta della Soprintendenza ex articolo 7 della legge 1497/1939. Successivamente, la Soprintendenza - proprio in considerazione del fatto che l'immobile ricadeva nel perimetro del Parco del Vesuvio (circostanza, questa, contestata dall'interessato) - ha annullato il nulla osta ex legge 1497, con la conseguenza che anche il comune ha annullato la concessione edilizia inizialmente rilasciata. L'ordinanza di annullamento è stata impugnata al Tar Campania dall'interessato. Dopo che il Tar ha respinto il ricorso, l'interessato si è rivolto al Consiglio di Stato, il quale ha confermato la decisione del primo giudice.

I giudici della Quarta Sezione di Palazzo Spada hanno ricordato che «il provvedimento comunale di rilascio del nulla osta era descrittivo e non motivava perché in zona vincolata è stata consentita la sopraelevazione». Inoltre, la pronuncia n. 316/2026 dello scorso 14 gennaio, ricorda che «in tema di determinazioni paesaggistiche, l'amministrazione è tenuta ad esternare adeguatamente l'avvenuto apprezzamento comparativo, da un lato, del

36



contenuto del vincolo e, dall'altro, di tutte le rilevanti circostanze di fatto relative al manufatto ed al suo inserimento nel contesto protetto, in modo da giustificare la scelta di dare prevalenza all'interesse del privato rispetto a quello tutelato in via primaria attraverso l'imposizione del vincolo».

«Il potere di annullamento della Soprintendenza - proseguono i giudici - è soggetto al divieto di effettuare "un riesame complessivo delle valutazioni compiute dall'ente competente tale da consentire la sovrapposizione o sostituzione di una nuova valutazione di merito a quella compiuta in sede di rilascio dell'autorizzazione", ma tale limite sussiste a condizione che l'ente il quale rilasci l'autorizzazione abbia adempiuto al suo obbligo di motivare in maniera adeguata in ordine alla compatibilità paesaggistica dell'opera mentre, in caso contrario, sussiste un vizio d'illegittimità per difetto o insufficienza della motivazione e gli organi ministeriali hanno il potere di annullare il provvedimento adottato per vizio di motivazione e indicano legittimamente le ragioni di merito che conducono al giudizio di incompatibilità delle opere realizzate con i valori tutelati».

Nel caso specifico «il parere favorevole del Comune non conteneva alcuna specifica descrizione del contesto in cui l'intervento si inseriva e soprattutto non conteneva una specifica ulteriore valutazione sul rapporto col vincolo in questione». Da qui l'annullamento dell'atto da parte della Soprintendenza.

PREVENZIONE INCENDI

Antincendio, dopo Crans-Montana i Vigili del Fuoco chiariscono le regole tecniche sui locali

di Mariagrazia Barletta

La direzione centrale per la Prevenzione e la sicurezza tecnica spiega come distinguere le attività di bar e ristorazione dai locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo, ai fini dell'applicazione delle norme di prevenzione incendi

Dopo il tragico incendio di Crans Montana, che ha causato la morte di 40 giovani, la direzione centrale per la Prevenzione e la sicurezza tecnica, in una circolare firmata dal capo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, spiega come distinguere le attività di bar e ristorazione dai locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo, ai fini dell'applicazione delle norme di prevenzione e protezione dagli incendi. Una distinzione che non sempre disegna una linea di demarcazione così netta, specie per i bar che organizzano karaoke o manifestazioni di musica dal vivo, tanto che nel tempo si sono susseguite diverse circolari dei Vigili del Fuoco e risposte a quesiti, che hanno tentato di dissolvere i dubbi.

Normativa e adempimenti più severi per i locali di intrattenimento e pubblico spettacolo

Senza dubbio disegnare un confine sicuro tra le due attività è importante perché la normativa da applicare cambia ed è molto più severa per i locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo rispetto ai bar e ai ristoranti, i quali sono anche soggetti al controllo dei Vigili del Fuoco.

Infatti, i locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo, con capienza superiore a 200 persone o con superficie al chiuso superiore a 200 mq, sono sottoposti alle procedure

38



di prevenzione incendi, significa che devono sottoporre il progetto antincendio al comando dei Vigili del Fuoco che lo approva se rispondente alla normativa e, terminati i lavori, conformemente al progetto approvato, devono presentare la Scia antincendio accompagnata da una serie di atti tecnico-amministrativi, tra cui un'asseverazione con la quale un tecnico abilitato attesta la conformità dell'opera alle disposizioni antincendio e, se previsto, al progetto approvato dal Comando provinciale. In più vanno consegnate le certificazioni e/o le dichiarazioni che servono a comprovare che gli elementi costruttivi, i prodotti, i materiali, le attrezzature, i dispositivi, gli impianti e i componenti d'impianto rilevanti ai fini della sicurezza in caso d'incendio sono stati realizzati, installati o posti in opera in conformità alla vigente normativa in materia di sicurezza antincendio. I locali con capienza superiore a 200 persone sono anche sottoposti ad una visita tecnica, in seguito alla quale il Comando dei Vigili del Fuoco rilascia il certificato di prevenzione incendi.

Nel caso dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo, le norme antincendio da applicare sono – lo ricorda anche la circolare -: il Dm del ministero dell'Interno 19 agosto 1996 o il Codice di prevenzione incendi, il Dpr 151 del 2011, oltre che il testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (regio decreto 773 del 18 giugno 1931). Questo significa che ci sono precise prescrizioni da osservare, che riguardano, ad esempio: i requisiti di resistenza al fuoco degli elementi strutturali; la reazione al fuoco dei materiali utilizzati come rivestimento o come controsoffitti, compresi gli isolanti termici e acustici; il massimo affollamento consentito e le vie di uscita che servono a raggiungere un luogo sicuro, prima che gli effetti dell'incendio (calore e fumi) impediscano alle persone di mettersi in salvo.

39

Bar e ristoranti, le norme da rispettare

Come ricorda anche la circolare, invece, i bar e i ristoranti di per sé non sono soggetti ai controlli di prevenzione incendi; quindi, non devono presentare la Scia antincendio e non devono far approvare il progetto ai Vigili del Fuoco, a meno che non comprendano un'attività elencata nel Dpr 151 del 2011, come nel caso di forni e cucine di potenza termica superiore a 116 KW. La normativa per bar e ristoranti è molto meno severa, ma ci sono comunque – come si specifica la circolare – delle norme da rispettare. Come si diceva, la linea di confine tra locali di intrattenimento e bar non è sempre così netta. Sicuramente sono locali di intrattenimento le discoteche e le sale da ballo «caratterizzate, quale attività prevalente, da intrattenimento, elevato affollamento e permanenza prolungata del pubblico», viene ricordato nella circolare richiamando vecchi chiarimenti. Ma cosa succede se in un bar o in un ristorante c'è musica dal vivo o un accompagnamento musicale? Qui l'incertezza normativa forse permane perché l'applicazione della normativa più o meno severa si basa sui concetti non precisamente definiti di "accessorio" e "non prevalente".

Sono esclusi dalla normativa sui locali di pubblico spettacolo (Dm 19 agosto 1996) i pubblici esercizi «dove sono impiegati strumenti musicali in assenza dell'aspetto danzante e di spettacolo ed i pubblici esercizi in cui è collocato l'apparecchio karaoke o simile, purché: non sia installato in sale appositamente allestite per le esibizioni; la capienza della sala non superi 100 persone», viene specificato nella circolare. «In tali casi, nonché nei casi di musica dal vivo o accompagnamento musicale svolti in modo accessorio e non prevalente rispetto alla somministrazione, l'attività resta qualificabile come bar o ristorante», viene chiarito ancora nel documento. «Qualora, invece – si legge ancora nella circolare -, l'intrattenimento

assuma carattere prevalente ovvero comporti una trasformazione funzionale del locale (assetti, impianti, layout, gestione affollamento), si rende necessario il riesame dell'inquadramento complessivo dell'attività alla luce degli articoli 68 e 80 del Tulp. nonché dell'eventuale assoggettamento agli adempimenti del Dpr 151 del 2011 e delle regole tecniche per i locali di pubblico spettacolo (Dm 19 agosto 1996 o Rtv 15)».

Misure di prevenzione e protezione e gestione della sicurezza (con o senza regola tecnica)

Seppure i bar e i ristoranti, in via generale, non siano disciplinati da una specifica regola tecnica antincendio, devono comunque individuare misure di prevenzione e protezione dagli incendi, gestire l'affollamento, mantenere le condizioni di sicurezza e saper gestire le emergenze, tra cui un eventuale incendio. Lo deve fare il datore di lavoro nell'elaborare il documento di valutazione del rischio, cui fa parte anche la valutazione del rischio incendio che va elaborata seguendo le regole del cosiddetto "Minicodice" (Dm settembre 2021), che stabilisce i criteri per individuare le misure da applicare per evitare l'insorgere di un incendio, per circoscriverne le conseguenze qualora esso si verifichi, insieme alle precauzioni da mettere in pratica nel normale esercizio dell'attività. Le soluzioni devono essere basate sull'individuazione dei pericoli, sull'analisi del contesto, sull'identikit degli occupanti e delle loro esigenze (anche «speciali»), sul riconoscimento dei beni esposti ai rischi di incendio e sull'analisi (qualitativa o quantitativa) delle conseguenze dell'incendio sugli occupanti. La valutazione del rischio è ancorata alla specificità del luogo e alla profonda conoscenza dell'ambiente e delle persone che lo frequentano e vi lavorano.

È chiaro che, anche i bar e i ristoranti, sono obbligati a gestire la sicurezza antincendio durante il normale esercizio dell'attività lavorativa e in fase di emergenza, considerando la presenza del pubblico e in particolare – viene precisato nella circolare – bisogna fare attenzione ai «picchi di affollamento che incidono sulle mansioni e sul numero degli addetti», alle «modalità di svolgimento delle attività lavorative in presenza di clienti o visitatori», alle «interferenze operative» e alle «condizioni di layout che possono influire sull'esposizione dei lavoratori ai rischi». La gestione della sicurezza antincendio è basilare perché è fatta di misure organizzative e gestionali finalizzate a garantire nel tempo un adeguato livello di sicurezza antincendio, oltre che un'efficace risposta in caso di incendio. Gli obiettivi fondamentali sono tre: non alterare le condizioni di sicurezza; prevenire gli incendi mettendo in pratica comportamenti corretti; prepararsi a gestire un'eventuale emergenza. E sono adempimenti che in ogni luogo di lavoro devono essere messi in pratica.

40

Il piano di emergenza

La circolare ricorda anche che con il superamento del Dm 10 marzo 1998, ossia con l'entrata in vigore di uno dei tre Dm (decreto 2 settembre 2021) che ha contribuito a mandare in soffitta il vecchio Dm sulla sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, il piano di emergenza è obbligatorio non solo se si superano i dieci lavoratori, ma anche in relazione al numero complessivo degli occupanti a qualsiasi titolo presenti all'interno dell'attività. Il piano di emergenza è infatti obbligatorio nei luoghi di lavoro aperti al pubblico caratterizzati dalla presenza contemporanea di più di 50 persone, indipendentemente dal numero dei lavoratori occupati.

Attenzione alle "esigenze speciali"

Inoltre, nei luoghi di lavoro la gestione della sicurezza antincendio deve tener conto delle persone con "esigenze speciali", ricorda ancora la circolare. Il datore di lavoro, infatti, ha l'obbligo di individuare le

necessità particolari delle persone con esigenze speciali e tenerne conto nella progettazione e nella realizzazione delle misure antincendio e nella redazione delle procedure di evacuazione dal luogo di lavoro. Il datore di lavoro deve considerare non solo le particolari disabilità (sensoriali, motorie o cognitive) ma anche ogni specifica vulnerabilità da cui potrebbero nascere esigenze particolari come: le donne in stato di gravidanza, gli anziani, i bambini le persone con disabilità temporanee. Dunque, sia la valutazione del rischio incendio sia la pianificazione dell'emergenza devono avere come riferimento gli occupanti, ossia tutte le persone presenti nell'attività a qualsiasi titolo, includendo pertanto clienti, visitatori e utenti ai fini della valutazione del rischio incendio, del dimensionamento delle misure di sicurezza e delle procedure di emergenza.

Gli addetti antincendio

Infine, la circolare richiama l'attenzione sul ruolo degli addetti al servizio antincendio, il cui numero deve risultare coerente con la pianificazione di emergenza e, in particolare, con lo specifico scenario di incendio dell'attività. « Tali figure, infatti – viene ricordato nella circolare -, non svolgono esclusivamente funzioni operative connesse all'utilizzo dei presidi antincendio, ma sono chiamate ad assicurare, nell'ambito delle misure di gestione della sicurezza antincendio, le corrette condizioni di esercizio, la gestione dell'emergenza, la salvaguardia degli occupanti nonché un'azione preventiva volta a contrastare comportamenti a rischio da parte degli avventori, quali l'accensione di fiamme libere o il mancato rispetto del divieto di fumo, suscettibili di incidere sull'innescio e sulla successiva evoluzione dell'incendio».

41

Cosa si rischia: le sanzioni

Va anche ricordato cosa rischia chi non adempie agli obblighi antincendio. Innanzitutto (Dlgs 139 dell'8 marzo 2006, art. 20) chiunque, in qualità di titolare di una delle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, ometta di presentare la Segnalazione certificata di inizio attività o la richiesta di rinnovo periodico della conformità antincendio è punito con l'arresto sino ad un anno o con l'ammenda da 258 a 2.582 euro. Oltre alle sanzioni penali c'è la sospensione dell'attività che il prefetto può disporre nei casi in cui i soggetti responsabili omettano di: presentare la segnalazione certificata di inizio attività o la richiesta di rinnovo periodico della conformità antincendio; richiedere i servizi di vigilanza nei locali di pubblico spettacolo e intrattenimento e nelle strutture caratterizzate da notevole presenza di pubblico per i quali tali servizi sono obbligatori.

Inoltre, il datore di lavoro è punito con l'arresto da due a quattro mesi o con l'ammenda da 1.067,88 a 5.695,36 euro se non designa gli addetti antincendio. Il datore di lavoro che non adotta misure di prevenzione incendi rischia l'arresto da due a quattro mesi o un'ammenda da 1.708,61 a 7.403,96 euro. Stesse sanzioni per chi non dota l'attività di mezzi di estinzione idonei, scelti ad hoc per il tipo di incendio da estinguere e per il livello di rischio. La mancata elaborazione del piano di emergenza ed evacuazione costituisce grave violazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro ed è sanzionata con la sospensione dell'attività.

SICUREZZA SUL LAVORO

Nuove norme sulla protezione dei lavoratori contro i rischi d'esposizione all'amianto

di Sergio Clarelli



Dal 24 gennaio 2026 è in vigore il D.Lgs. 213/2025, che recepisce la direttiva UE 2023/2668 e modifica il Titolo IX, Capo III del T.U. Sicurezza, inasprendo le norme sulla protezione dei lavoratori dall'amianto

Il decreto che recepisce le nuove norme europee

Sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana, Serie Generale n. 6 del 9 gennaio 2026, recante "Attuazione della direttiva (UE) 2023/2668 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 novembre 2023, che modifica la direttiva 2009/148/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con un'esposizione all'amianto durante il lavoro", è stato pubblicato il D.Lgs. 213 del 31 dicembre 2025, che modifica alcuni articoli del Testo Unico Sicurezza, a partire dal 24 gennaio 2026.

Tale decreto recepisce la Direttiva (UE) 2023/2668 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 novembre 2023, in vigore dal 20 dicembre 2023, la quale modifica la Direttiva 2009/148/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con un'esposizione all'amianto durante il lavoro.

Questa direttiva era stata emanata al fine migliorare la protezione dei lavoratori dai rischi per la salute e nel contempo prevedere una migliore tecnologia per l'individuazione delle fibre di amianto nell'aria dei luoghi di lavoro. Inoltre, tale direttiva prevedeva che gli Stati membri erano tenuti a recepire le nuove norme entro il 21 dicembre 2025 (quindi l'Italia l'ha recepita in ritardo rispetto al termine imposto dall'Unione Europea).

42



Successivamente, in data 3 novembre 2025, sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea è stata pubblicata la Rettifica 2025/90864 alla Direttiva (UE) 2023/2668 che riguarda unicamente una data di decorrenza dei nuovi valori limite.

Le modifiche e/o integrazioni al Testo Unico Sicurezza

Le modifiche e/o integrazioni, in vigore, dal 24 gennaio 2026, al Testo Unico Sicurezza (D. Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.), introdotte dal Decreto Legislativo 31 dicembre 2025, n. 213 riguardano i seguenti articoli e allegati:

- Titolo IX "Sostanze Pericolose"
- Capo II "Protezione da agenti cancerogeni, mutageni o da sostanze tossiche per la riproduzione"
- Articolo 244 "Registrazione dei tumori e degli effetti nocivi sulla funzione sessuale e sulla fertilità"
- Titolo IX "Sostanze Pericolose"
- Capo III "Protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto"
- Articolo 246 "Campo di applicazione" delle norme"
- Articolo 247 "Definizioni"
- Articolo 248 "Individuazione della presenza di amianto"
- Articolo 249 "Valutazione del rischio"
- Articolo 250 "Notifica"
- Articolo 251 "Misure di prevenzione e protezione"
- Articolo 252 "Misure igieniche"
- Articolo 253 "Controllo dell'esposizione"
- Articolo 254 "Valore limite"
- Articolo 255 "Operazioni lavorative particolari"
- Articolo 256 "Lavori di demolizione o rimozione dell'amianto"
- Articolo 258 "Formazione dei lavoratori"
- Articolo 259 "Sorveglianza sanitaria"
- Articolo 260 "Registro di esposizione e cartelle sanitarie e di rischio"
- Articolo 261 "Mesoteliomi" ridenominato "Patologie da amianto"
- Articolo 262 "Sanzioni per il datore di lavoro e il dirigente"

43

Allegati

- Nuovo Allegato XLIII-ter (articoli 244 - 261) "Malattie professionali correlate all'amianto con diagnosi medica di patologie".
- Le principali novità introdotte dal D.Lgs. 213/2025
- Innanzi tutto, è stato aggiornato l'elenco delle attuali affezioni connesse con l'amianto che dalle precedenti quattro diventano sette:
 - Asbestosi
 - Mesotelioma
 - Cancro del polmone

- Cancro gastrointestinale
- Cancro della laringe
- Cancro delle ovaie

Inoltre, è stato ridefinito ed ampliato il “Campo di applicazione” delle norme del TU Sicurezza riguardanti l'amianto. Infatti, dal 24 gennaio 2026, le norme sull'amianto, negli ambienti di lavoro, si applicano: “a tutte le attività lavorative, ivi compresi i lavori di manutenzione, ristrutturazione e demolizione, la rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, lo smaltimento e il trattamento dei relativi rifiuti, nonché la bonifica delle aree interessate, l'attività estrattiva o di scavo in pietre verdi, la lotta antincendio o gestione delle emergenze in eventi naturali estremi, nelle quali vi è rischio per la salute dei lavoratori, che deriva o può derivare dall'esposizione all'amianto, durante il lavoro”.

Ampliata e ridefinita la procedura di “Individuazione della presenza di amianto”.

Infatti, oltre ai lavori di demolizione e di manutenzione, l'indagine preliminare riguardante la preventiva ricerca dell'amianto riguarda esplicitamente anche i lavori di ristrutturazione. Inoltre, finalmente, per la ricerca di informazioni sull'eventuale presenza di amianto non ci si affida più unicamente “ai proprietari dei locali” ma, qualora non fossero disponibili informazioni specifiche, è strettamente necessario effettuare una ricerca della possibile presenza di amianto con un approccio professionale, affidandosi a un “operatore qualificato”. Quest'ultima disposizione, per la verità, è stata auspicata e proposta da ASSO-AMIANTO e dallo scrivente, fin dalla prima emanazione della stessa norma con il D.Lgs. n. 257/2006, poi riversata nell'articolo 248 del Testo Unico Sicurezza. Pertanto, ASSOAMIANTO e lo scrivente ritengono che questo accertamento potrebbe essere effettuato in primis in modo corretto e pieno in chi possiede l'abilitazione professionale di Coordinatore amianto. Infatti, questo Coordinatore è abilitato per aver seguito e superato un corso di formazione specifico di almeno 50 ore, previsto dall'articolo 10 della legge 257/1992 e dall'articolo 10 del D.P.R. 8 agosto 1994 ed è stato sottoposto a verifica finale generalmente anche da parte di docenti dell'Organo di controllo e vigilanza. Pertanto, il Coordinatore amianto rappresenta in Italia la figura, abilitata a norma di legge, con il più alto grado di preparazione in materia, per cui è certamente in possesso di tutte le competenze necessarie quali, solo per citarne alcune, la possibilità di ricercare in modo mirato materiali sospettati di contenere amianto e di effettuare in modo corretto il campionamento degli stessi.

È stato altresì stabilito di assegnare la priorità della rimozione dell'amianto o di materiali contenenti amianto rispetto ad altri interventi. Infatti, con le nuove norme occorre “dare priorità alla rimozione dell'amianto o di materiali contenenti amianto rispetto ad altre forme di manutenzione e bonifica dell'amianto o dei materiali contenenti amianto”.

Per la verità, questa norma contrasta parzialmente con quanto specificato al punto 3d) Indicazioni per la scelta del metodo di bonifica del D.M. 6 settembre 1994 che statuisce che “un intervento di rimozione spesso non costituisce la migliore soluzione per ridurre l'esposizione ad amianto. Se viene condotto impropriamente può elevare la concentrazione di fibre aerodisperse, aumentando, invece di ridurre, il rischio di malattie da amianto”.

È stato poi previsto che sostanzialmente anche per le Esposizioni Sporadiche e di Debole Intensità (ESED) sussistono i medesimi obblighi da parte del datore di lavoro inerenti alle altre attività lavorative con rischio esposizione all'amianto. Infatti, a seguito di queste nuove norme, per le attività ESED si può

prescindere unicamente della presentazione della Notifica dei lavori (art. 250) per cui rimangono, anche per le attività ESEDI, tutti gli altri obblighi a carico del datore di lavoro (riduzione al minimo dell'esposizione dei lavoratori alla polvere proveniente dall'amianto o dai MCA nel luogo di lavoro e, in ogni caso, al di sotto del valore limite, sorveglianza sanitaria dei lavoratori e iscrizione dei lavoratori nel Registro degli esposti ad amianto).

È stato inoltre ampliato l'ambito lavorativo che comporta l'obbligo di presentazione della Notifica di cui all'articolo 250 e sono stati inseriti in essa ulteriori contenuti. Infatti, è obbligatorio per il datore di lavoro presentare la Notifica prima dell'inizio dei lavori "di manutenzione, ristrutturazione e demolizione, di rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, di smaltimento e di trattamento dei relativi rifiuti, nonché di bonifica delle aree interessate, dell'attività estrattiva o di scavo in pietre verdi, in cui i lavoratori sono o possono essere esposti alla polvere proveniente dall'amianto o da materiali contenenti amianto durante il lavoro". I contenuti inoltre devono riguardare anche: le aree specifiche in cui devono essere effettuati i lavori; le procedure per la protezione e la decontaminazione dei lavoratori, lo smaltimento dei rifiuti e, se del caso, il ricambio di aria durante il lavoro in ambienti chiusi; l'elenco dei lavoratori che possono essere assegnati al sito interessato, i certificati individuali di formazione dei lavoratori e la data dell'ultima visita medica periodica; l'elenco dei dispositivi da utilizzare per limitare l'esposizione dei lavoratori all'amianto.

È stato poi introdotto l'obbligo della conservazione per 40 anni della documentazione relativa ai lavoratori impiegati in qualsiasi attività a rischio amianto (nominativi, certificati individuali di formazione e data ultima visita medica). Esso riguarda qualsiasi lavoro di manutenzione, ristrutturazione e demolizione, di rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, di smaltimento e di trattamento dei relativi rifiuti, nonché di bonifica delle aree interessate, dell'attività estrattiva o di scavo in pietre verdi, in cui i lavoratori sono o possono essere esposti alla polvere proveniente dall'amianto o da materiali contenenti amianto durante il lavoro.

È stato ridotto a un decimo il Valore limite di esposizione all'amianto che passa da 0,1 fibre per cm³ a 0,01 fibre per cm³. Più precisamente, anche per quanto riguarda la misurazione delle fibre di amianto nell'aria del luogo di lavoro, è stato stabilito che:

- fino al 20 dicembre 2029, i datori di lavoro provvedono affinché nessun lavoratore sia esposto a una concentrazione di amianto in sospensione nell'aria superiore a 0,01 fibre per cm³, misurata in rapporto a una media ponderata nel tempo (TWA) di 8 ore; inoltre, fino a tale data, è consentita la misurazione effettuata tramite la Microscopia Ottica in Contrasto di Fase (MOCF).
- dal 21 dicembre 2029, i datori di lavoro provvedono affinché nessun lavoratore sia esposto a una concentrazione di amianto in sospensione nell'aria superiore a 0,01 fibre per cm³, misurata in rapporto a una TWA di 8 ore e la misurazione delle fibre di amianto è effettuata unicamente tramite microscopia elettronica o qualsiasi metodo alternativo che fornisca risultati equivalenti o più accurati, prendendo in considerazione anche le fibre di larghezza inferiore a 0,2 micrometri.

Si è poi provveduto ad aggiungere ulteriori contenuti alla formazione dei lavoratori. Infatti è stato previsto che: "La formazione è adattata il più possibile alle caratteristiche della mansione del lavoratore e ai compiti e metodi di lavoro specifici di tale professione". "I lavoratori che effettuano lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto sono tenuti a ricevere, oltre alla formazione prevista..., una formazione re-

lativa all'uso di attrezzature tecnologiche e macchine per contenere l'emissione e la dispersione di fibre di amianto durante i processi lavorativi".

Inoltre, l'obbligo della Sorveglianza sanitaria ai lavoratori è previsto per qualsiasi attività lavorativa nella quale vi è rischio di esposizione alla polvere proveniente dalla manipolazione attiva dell'amianto o dei materiali contenenti amianto (incluse anche le attività ESEDI per le quali la sorveglianza sanitaria prima era esclusa).

Anche l'iscrizione dei lavoratori nel Registro di esposizione riguarda qualsiasi attività lavorativa nella quale vi è rischio di esposizione alla polvere proveniente dalla manipolazione attiva dell'amianto o dei materiali contenenti amianto (incluse anche le attività ESEDI per le quali l'iscrizione nel Registro di esposizione prima era esclusa).

Conclusioni

Le nuove norme introdotte dal D.Lgs. 213/2025, in recepimento della Direttiva UE 2023/2668, a partire dal 24 gennaio 2026, rappresentano un sensibile passo in avanti perché denotano un'attenzione certamente maggiore che in passato nei confronti della protezione dei lavoratori preposti alle attività con rischio di esposizione a fibre libere di amianto.

Pertanto, si accolgono con estremo favore, tra l'altro, in particolare:

- il nuovo Campo di applicazione esteso a più attività lavorative delle norme sull'esposizione all'amianto negli ambienti di lavoro;
- la possibilità che le indagini preliminari per la ricerca dell'amianto prima dei lavori di demolizione, di manutenzione o di ristrutturazione, vengano eventualmente affidate a un "operatore qualificato";
- la sostanziale equiparazione delle attività ESEDI a tutte le altre attività con rischio di esposizione all'amianto, in termini di obblighi del datore di lavoro;
- l'ampliamento dell'ambito lavorativo e dei contenuti della Notifica ex Articolo 250;
- ai fini di una maggiore cautela dei lavoratori, l'obbligo di conservazione per 40 anni della documentazione relativa agli stessi lavoratori in qualsiasi attività a rischio amianto;
- la riduzione a 0,01 fibre per cm³ del valore limite di esposizione all'amianto;
- l'eliminazione della Microscopia Ottica in Contrasto di Fase, che non individua in modo oggettivo né esatto le fibre di amianto, dall'elenco delle tecniche analitiche per la misurazione delle fibre di amianto nell'aria del luogo di lavoro, anche se solo a partire dal 21 dicembre 2029;
- i maggiori contenuti della formazione dei lavoratori che ora prevede anche dettagli lavorativi e utilizzo di attrezzature e macchinari;
- l'estensione degli obblighi riguardanti la sorveglianza sanitaria e l'iscrizione nel Registro di esposizione dei lavoratori a qualsiasi attività che comporta esposizione al rischio amianto, comprese le attività ESEDI (ASSOAMIANTO ha sempre considerato questi due specifici obblighi un diritto fondamentale di questa tipologia di lavoratori).

RINNOVABILI

Quota Fer nelle ristrutturazioni, i nuovi requisiti minimi scattano dal 4 febbraio

di Mariagrazia Barletta

I nuovi requisiti Ue si applicano alle ristrutturazioni importanti di primo e secondo livello e alle ristrutturazioni di impianti termici, per titoli edilizi richiesti dal 3 agosto 2026

Perimetro esteso per gli interventi cui si associa l'obbligo di installare impianti alimentati da fonti rinnovabili.

È l'effetto del Dlgs (n. 5 del 2026) che recepisce la Red III (direttiva Ue 2023/2001), pubblicato sulla Gazzetta ufficiale e in vigore dal 4 febbraio. Con le nuove regole, infatti, l'obbligo di coprire una quota dei consumi energetici tramite Fer riguarda non più le cosiddette «ristrutturazioni rilevanti», bensì le «ristrutturazioni importanti di primo e secondo livello». Inoltre, l'obbligo di installare impianti a rinnovabili investe anche la ristrutturazione dell'impianto termico, anche se non associata a interventi sull'involucro edilizio. La novità si applica agli interventi per i quali la richiesta del titolo edilizio è presentata decorsi 180 giorni dall'entrata in vigore del decreto stesso, ossia dal 3 agosto 2026. La novità è di rilievo, anche perché l'inosservanza dell'obbligo di integrazione delle rinnovabili comporta il diniego del rilascio del titolo edilizio.

Obbligo delle quote fer nelle ristrutturazioni edilizie, tutte le novità

L'introduzione delle nuove quote Fer passa per la modifica del Dlgs 199 del 2021 e, più nel dettaglio, dell'articolo 26 e dell'allegato III. Per le ristrutturazioni importanti di primo livello la quota Fer è del 40% dei consumi previsti per la

47



produzione di acqua calda sanitaria e del 40% della somma dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria, la climatizzazione invernale e la climatizzazione estiva.

Per le ristrutturazioni di secondo livello la percentuale da coprire per la climatizzazione invernale ed estiva è del 15%. Si prevede in entrambi i casi una maggiorazione di cinque punti percentuale per gli edifici pubblici.

Per capire la portata dell'estensione dell'obbligo, bisogna confrontare le definizioni di «ristrutturazione rilevante» cui faceva riferimento il Dlgs 199 del 2021 e quella di «ristrutturazione importante» del Dm «requisiti minimi». Nel primo caso ci si riferisce alle demo-ricostruzioni e agli edifici con superficie utile superiore a mille mq, soggetti a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro. Per ristrutturazione di primo livello si intende, invece, l'intervento che, oltre a interessare l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprende anche la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale o estiva asservito all'intero edificio. Rientra nel novero della ristrutturazione importante di secondo livello, invece, l'intervento che interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva.

Ci sono poi gli impianti termici che, anche in assenza di interventi sull'involucro, bastano a far scattare l'obbligo di Fer. In questo caso è necessario soddisfare il 15% dei consumi previsti per il riscaldamento ed il raffrescamento. Ancora una volta, per definire la ristrutturazione dell'impianto termico, bisogna chiamare in causa il Dm «requisiti minimi», secondo cui tale operazione si identifica con «l'insieme di opere che comportano la modifica sostanziale sia dei sistemi di produzione che dei sistemi di distribuzione e/o emissione del calore».

Non varia la percentuale prevista per le nuove costruzioni, che resta del 60% per gli edifici privati e del 65% per quelli pubblici. Inoltre, non viene modificato il calcolo per la potenza elettrica minima da conseguire, che, per le ristrutturazioni importanti e dell'impianto termico, va calcolata moltiplicando la superficie dell'impronta al suolo per un coefficiente che è pari a 0,025 (0,05 per le nuove costruzioni). Il risultato va maggiorato del 10% per gli edifici pubblici.

Nel caso sia impossibile tecnicamente o economicamente assolvere ai nuovi obblighi, il professionista, nella relazione tecnica «ex legge 10», dimostra l'impossibilità tecnica o la mancata convenienza economica dell'intervento di integrazione, esaminando la non fattibilità di tutte le diverse opzioni tecnologiche disponibili.

Se la relazione non è dovuta, il progettista dimostra l'impossibilità di osservare le prescrizioni normative in una comunicazione al comune. Spetta ai comuni l'individuazione delle modalità per la trasmissione di tali informazioni.

Nel caso sia dimostrata l'impossibilità di ottemperare agli obblighi di integrazione, negli edifici nuovi e in quelli sottoposti a ristrutturazione di primo livello è obbligatorio ottenere un valore di energia primaria non rinnovabile, calcolato per la somma dei servizi di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva e produzione di acqua calda sanitaria, inferiore al valore di energia primaria non rinnovabile limite.

Il Dlgs 5 del 2026 introduce anche la possibilità di soddisfare l'obbligo di integrazione installando le rinnovabili non sull'edificio oggetto di ristrutturazione o di nuova costruzione, bensì negli edifici pubblici purché si vadano a coprire i relativi consumi di calore e di elettricità, rispettando i parametri prescritti in

termini di copertura percentuale dei consumi e di potenza elettrica minima. Gli enti locali disciplinano con proprio provvedimento, anche in gestione associata o tramite ente sovraordinato o delegato, le modalità attuative di questa nuova misura.

Si tratta di una deroga alla prescrizione – che resta vigente – di installare gli impianti a fonti rinnovabili, realizzati per soddisfare le percentuali di integrazione, all'interno o sugli edifici o nelle loro pertinenze. Per pertinenza si intende – va ricordato – «la superficie comprendente l'impronta a terra dei fabbricati e un'area con essi confinante comunque non eccedente il triplo della superficie di impronta».

A decorrere dal 1° gennaio 2026, gli obblighi integrazione delle rinnovabili sono rideterminati con cadenza almeno quinquennale, tenendo conto dell'evoluzione tecnologica. Oltre a dover coprire una quota dei consumi e a raggiungere la potenza elettrica minima prescritta, i pannelli solari e fotovoltaici devono soddisfare precise condizioni di integrazione nella copertura, che sono quelli già in vigore con il Dlgs 199 del 2021.

TECNOLOGIA E DIGITALIZZAZIONE

AI e robotica, Ruttico (PoliMi):
in Italia potenziale rilevante
ma le imprese devono mettersi
in gioco

di Mila Fiordalisi



Il responsabile operativo dell'IndexLab del Politecnico di Milano accende i riflettori sui progetti in corso: le tecnologie sono mature e possono contribuire a rinnovare le professioni dell'edilizia e renderle più attrattive

«L'integrazione dell'intelligenza artificiale nelle attività di cantiere e di fabbricazione in Italia ha un potenziale particolarmente rilevante». Parola dell'ingegner Pierpaolo Ruttico, docente di «Bio-Inspired digital fabrication» al Politecnico di Milano e responsabile operativo di IndexLab, il Laboratorio di fabbricazione digitale dell'ateneo meneghino che si occupa dello sviluppo di sistemi e processi innovativi per l'edilizia facendo leva su tecnologie quali l'intelligenza artificiale, la robotica e la realtà aumentata e più in generale sulla digitalizzazione.

Il 2025 è stato l'anno in cui è stato dato il colpo di acceleratore proprio sull'AI con l'obiettivo di spingerne l'adozione nei processi di progettazione e di produzione.

«Abbiamo iniziato a usare sistemi digitali capaci di imparare dai dati e dall'esperienza, per supportare decisioni progettuali e controllare alcune fasi operative. E abbiamo sperimentato e messo in produzione diversi approcci: da modelli che apprendono osservando esempi e casi reali a sistemi che migliorano le proprie prestazioni attraverso prove ed errori fino a tecnologie che consentono alle macchine di "vedere" e interpretare immagini e video. Parallelamente, abbiamo studiato nuove modalità di interazione tra operatori umani e sistemi digitali avanzati, inclusi assistenti intel-

50



ligenti in grado di comprendere e generare linguaggio naturale LLM - Large Language Models», racconta Ruttico .

In concreto cosa si può ottenere?

Un esempio è l'utilizzo di sistemi di visione artificiale in un progetto di costruzione robotizzata in cantiere: qui robot e operatori umani collaborano nell'assemblaggio dei muri, con l'obiettivo di aumentare la sicurezza, ridurre gli errori e migliorare l'efficienza complessiva del processo costruttivo. La direzione è quella di ridurre lo stress fisico e cognitivo di molte professionalità che oggi operano in condizioni difficili, sfruttando la tecnologia come alleata della gestione in sicurezza dei cantieri. E quest'anno l'obiettivo sarà portare i progetti a un livello di maturità tecnologica più elevato, passando dal prototipo al prodotto, attraverso partnership industriali. Siamo costantemente alla ricerca di aziende visionarie che condividano la missione di innovare e di generare un impatto reale.

Dal laboratorio al cantiere: come trasferire le innovazioni sul campo?

Per Indexlab la ricerca è sempre pensata in funzione del suo potenziale di generare valore nel mercato di riferimento: ogni progetto nasce con l'obiettivo di essere trasferito sul campo e adottato dall'industria. E come laboratorio di ricerca del Politecnico di Milano operiamo in un contesto che favorisce la collaborazione tra mondo accademico e industria, con l'ulteriore vantaggio di poter combinare competenze interdisciplinari - nel nostro caso, competenze di ingegneria meccanica, strutturale, robotica, informatica e architettura. Le soluzioni sviluppate da Indexlab trovano applicazione in ambiti diversi - dal design all'architettura, fino alle infrastrutture e al cantiere - attraverso test pilota, prototipi avanzati e implementazioni industriali progressive. Un caso emblematico è la collaborazione con CP Technology per il progetto Roboplant, che ha avuto un impatto significativo nel settore delle infrastrutture. Grazie alla ricerca sviluppata insieme a Indexlab, la tecnologia è stata adottata nei cantieri di Webuild per automatizzare la produzione dei conci di galleria, ottimizzando i processi e migliorando in modo sostanziale le condizioni di lavoro di decine di squadre operative. Un altro filone di successo è la collaborazione pluriennale con Gimac ed eXgineering, dalla quale sono nati diversi brevetti e prodotti già sul mercato. Superframe, invenzione e brevetto di Indexlab e Gimac, è un sistema per la realizzazione di telai a forma libera per architetture complesse, realizzati con materiali termoplastici riciclati. Dopo il caso studio al Museo Nazionale Scienza e Tecnologia di Milano e la presentazione al Formnext di Francoforte, il sistema è oggi in fase di commercializzazione.

La stampa 3D è un altro vostro asset: su quali materiali l'avete testata e quali sono le prospettive per l'impiego su larga scala per l'edilizia?

Facciamo ricerca sulla stampa metallica con tecnologia Waam, principalmente su alluminio e acciaio, ma potenzialmente estendibile a qualsiasi lega. Abbiamo sperimentato l'argilla per la fabbricazione di mattoni personalizzati ad alto valore estetico, un ambito in forte crescita in Paesi come l'Olanda e che meriterebbe maggiore attenzione anche in Italia. Un altro campo strategico è quello dei materiali termoplastici, completamente riciclabili, che riteniamo ingiustamente sottovalutati. Offrire alle plastiche una seconda, terza o quarta vita attraverso il riciclo e la fabbricazione robotica sarebbe un passo im-

portante, anche se oggi mancano politiche sul riciclo realmente diffuse. Lavoriamo inoltre sulla stampa 3D di malte cementizie, ancora costosa per via dei composti fini, e guardiamo con grande interesse ai geopolimeri, che hanno prospettive molto promettenti, così come a materiali organici che intendiamo esplorare in futuro.

L'intelligenza artificiale in mix con la robotica consente di fare un innegabile salto di qualità: ma le imprese di edilizia italiane sono consapevoli delle opportunità?

La consapevolezza sta crescendo ma non è ancora pienamente diffusa nel settore dell'edilizia italiana. Un recente rapporto dell'Istat ci dice che solo l'8% delle aziende italiane usa l'AI all'interno dei propri processi, al di sotto della media di altri paesi europei e nel settore dell'edilizia il divario è ancora più marcato. Molte imprese faticano a riconoscere come queste tecnologie possano supportare fasi fondamentali come la progettazione, la pianificazione dei cantieri, la gestione dei rischi, la sicurezza e il controllo dei costi, limitando così il loro potenziale di trasformazione del settore. Siamo in una fase in cui le tecnologie sono mature a sufficienza per essere sperimentate sul campo ed è un momento favorevole per le aziende per mettersi in gioco. Ma gran parte delle imprese sono assorbite dalla gestione del lavoro ordinario e faticano a ritagliarsi lo spazio necessario per investire nell'innovazione. Ciò avviene nonostante una criticità sempre più evidente, cioè la difficoltà nel reperire manodopera qualificata. La tecnologia può giocare un ruolo chiave, contribuendo a rinnovare le professioni dell'edilizia, renderle più attrattive e compatibili con le aspettative delle nuove generazioni.

52

Robot e sistemi di AI sottrarranno posti di lavoro?

No e contrariamente a timori ancora diffusi renderanno le imprese più competitive, capaci di acquisire nuove commesse e, di conseguenza, di assumere più persone con competenze diverse e più qualificate. Inoltre hanno il vantaggio di potersi adattare in modo flessibile anche a cantieri e modalità operative più tradizionali, promuovendo processi di innovazione incrementale. Il loro impatto non riguarda solo l'efficienza, ma anche la qualità: mettendo gli architetti nelle condizioni di esplorare e governare una maggiore complessità progettuale, i robot aprono nuove possibilità espressive e ampliano il potenziale culturale e architettonico dell'ambiente costruito.