3D SCANNER TECHNOLOGY



SHIFTVET

Digital Transformation for
Wood and Furniture VET

SHIFTVET
Digital Transformation for Wood and Furniture VET

Content

Termini chiave 4
1. Introduzione 5
1.1 ShiftVET Project: una panoramica 5
1.2 Obiettivo della guida 5
1.3 A chi è rivolta la guida? 7
1.4 Come usare questa guida? 7
2. Descrizione della tecnologia 9
2.1 Cos'è uno scanner 3D? 9
2.2 Come funziona uno scanner 3D? 10
2.3 Tipologie di scanner 3D 11
2.3.1. 3D scanning by laser triangulation 12
2.3.2. Scansione 3D a luce strutturata 13
2.3.3. Scansione 3D tramite fotogrammetria 15
2.3.4. Scansione 3D a contatto 17
2.3.5. Scansione 3D a impulsi laser 18
2.4 Applicazioni generali 20
2.5 Attrezzatura necessaria 22
2.6 Checklist tecnica 24
3. Potenziale della tecnologia nella formazione professionale (VET) per la falegnameria 27
3.1 Benefici educativi 27
3.2 Vantaggi tecnici dello scanner 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria e la carpenteria 28
3.3 Checklist pedagogica 30
3.4 Esempi di attività per la formazione professionale (VET) in falegnameria 31
4. Integrazioni nelle classi 34
4.1 Raccomandazioni metodologiche 34
4.2 Piano di implementazione 36

4.3 Checklist di integrazione d'aula 37
4.4 Consigli per i docenti 39
5. Sicurezza e sostenibilità nell'uso dello scanner 3D 41
Considerazioni sulla sostenibilità 42
6. Risorse aggiutive 43
7. Conclusioni 44
Bibliografia 45

Figures

Figure 1: 3D scanner [2] 9
Figure 2: 3D Scanning workflow. Open IA (2026). 11
Figure 3: 3D scanner- Laser triangulation [4]. 13
Figure 4:Structured Light 3D Scanner [5]. 15
Figure 5: Photogrammetry [6]. 16
Figure 6: Contact 3D scanning [7]. 18
Figure 7: Laser pulse-based 3D scanning [9]. 19
Figure 8: 3D scanning of a figure [13]. 30
Figure 9: Person using a 3D scanner [18]. 41

Termini chiave

Point Cloud

Insieme di milioni di punti nello spazio 3D (coordinate X, Y, Z) che rappresentano la superficie di un oggetto scansionato.

Mesh / Polygon Mesh

Superficie digitale generata a partire da una nuvola di punti, composta da poligoni collegati tra loro che rappresentano la geometria dell'oggetto.

Noise

Dati indesiderati o imprecisi causati da riflessi, illuminazione inadeguata o errori durante il processo di scansione.

STL

Formato di file comune utilizzato per esportare modelli scansionati destinati alla stampa 3D o a ulteriori lavorazioni.

OBJ

Formato di file 3D che può contenere informazioni sulla geometria e, in alcuni casi, anche sulle texture dei modelli scansionati.

CAD

Software utilizzato per modificare, analizzare o riprogettare modelli 3D scansionati.

1. Introduzione

1.1 ShiftVET Project: una panoramica

Il progetto ShiftVET è progettato per supportare i formatori dell'Istruzione e Formazione Professionale iniziale (VET) nell'introduzione delle tecnologie digitali nella didattica della falegnameria. Il suo obiettivo è contribuire alla modernizzazione degli attuali programmi formativi, affinché gli studenti possano sviluppare le competenze digitali richieste nei settori della falegnameria e della manifattura. Rendendo l'apprendimento più innovativo e coinvolgente, il progetto mira anche ad aumentare l'interesse degli studenti verso questi percorsi professionali.

Per guidare questa trasformazione, ShiftVET si concentra su quattro obiettivi chiave:

- aiutare i formatori a comprendere come le tecnologie digitali possano essere applicate nella VET per la falegnameria e in che modo possano migliorare l'insegnamento e l'apprendimento;
- creare un repository online gratuito di materiali, esempi ed esercitazioni accessibili, facilmente integrabili nelle attività didattiche;
- valutare con gli studenti strumenti digitali pratici, come lo scanner 3D, per esplorare come queste tecnologie possano potenziare l'apprendimento pratico;
- promuovere l'uso di tecnologie avanzate non solo tra i partner di progetto, ma anche in altri centri di formazione professionale, esplorando al contempo come tali strumenti possano apportare benefici anche ad altri settori industriali.

1.2 Obiettivo della guida

L'obiettivo di questa guida è supportare i formatori della formazione professionale (VET) nel settore della falegnameria nell'introduzione e nell'integrazione della scansione 3D nella pratica didattica. Poiché le tecnologie digitali stanno influenzando in modo sempre più rilevante i settori della falegnameria e della manifattura, la scansione 3D è diventata uno strumento potente per la

digitalizzazione, l'analisi, la documentazione, lo sviluppo del design e la risoluzione creativa dei problemi. Comprenderne il potenziale è essenziale per preparare gli studenti a operare con successo in un ambiente professionale moderno e tecnologicamente avanzato.

Questa guida è stata sviluppata appositamente per aiutare i docenti ad acquisire conoscenze, sicurezza e competenze pratiche necessarie a utilizzare in modo efficace le tecnologie di scansione 3D nell'insegnamento della lavorazione del legno.
Offre un'introduzione chiara e accessibile ai fondamenti della scansione 3D e della cattura digitale: che cos'è, come funziona e perché rappresenta un complemento importante alle tecniche tradizionali di falegnameria e agli strumenti di progettazione digitale.

Più nello specifico, la guida si propone di:

- costruire una solida base sui principi della scansione 3D, includendo concetti chiave, tipologie di scanner, aspetti legati all'accuratezza, formati dei dati e flussi di lavoro digitali essenziali;
- chiarirne la rilevanza per la lavorazione del legno, mostrando come la scansione 3D possa supportare attività quali il reverse engineering, la documentazione digitale di manufatti esistenti, il controllo qualità, il restauro, lo sviluppo di design personalizzati e l'integrazione con i processi CAD/CAM;
- fornire strategie pratiche e immediatamente utilizzabili in aula per integrare la scansione 3D nei programmi VET, incluse idee di lezione, esercitazioni pratiche, flussi di lavoro per l'elaborazione dei dati, indicazioni sulla sicurezza e suggerimenti per la gestione delle attrezzature di scansione;
- supportare formatori con diversi livelli di esperienza, offrendo spiegazioni chiare ed esempi concreti che rendano la scansione 3D accessibile anche a chi è alle prime esperienze con le tecnologie di acquisizione digitale;
- rafforzare il legame tra artigianato tradizionale e digitale, aiutando gli studenti a comprendere come la scansione 3D possa affiancare le competenze di falegnameria traducendo oggetti fisici in modelli digitali, senza sostituire i processi manuali di lavorazione.

Lo scopo finale di questa guida è rendere la scansione 3D una risorsa accessibile, stimolante e di elevato valore educativo sia per i formatori sia per gli studenti, aiutandoli a colmare il divario tra il saper fare tradizionale e le opportunità offerte

dalle tecnologie digitali nella falegnameria e nella produzione di arredi contemporanei.

1.3 A chi è rivolta la guida?

Questa guida è pensata per formatori e docenti della formazione professionale nel settore della falegnameria che desiderano introdurre l'uso dello scanner 3D nella propria pratica didattica. Si rivolge a professionisti con livelli diversi di familiarità con le tecnologie digitali, da chi è alle prime esperienze a chi possiede già competenze più avanzate e intende integrarle in modo più efficace nelle attività didattiche.

Più nello specifico, la guida è rivolta a:

- formatori della formazione professionale in falegnameria alla ricerca di strumenti pratici, esempi e strategie per integrare lo scanner 3D in aula e in laboratorio;
- enti di formazione professionale e centri di training interessati a modernizzare i propri curricula e a offrire agli studenti l'accesso a tecnologie digitali rilevanti;
- docenti di ambiti tecnici o manifatturieri affini che desiderano comprendere come lo scanner 3D possa affiancare l'artigianato tradizionale e migliorare le esperienze di apprendimento;
- formatori impegnati nella formazione continua che vogliono rafforzare le proprie competenze digitali e ampliare le risorse didattiche disponibili;
- tutti coloro che sono coinvolti nella progettazione, nel coordinamento o nel supporto di programmi di formazione professionale orientati a promuovere innovazione, creatività e preparazione digitale degli studenti.

1.4 Come usare questa guida?

Questa guida è concepita come una risorsa pratica e flessibile per supportare i formatori nell'integrazione dello scanner 3D nella formazione professionale in falegnameria.

Può essere utilizzata in modo progressivo, tornando alle diverse sezioni man mano che aumentano la comprensione e la sicurezza nell'uso della tecnologia.

Non è necessario leggerla tutta in una volta: la guida è pensata per accompagnare il docente lungo l'intera pratica didattica.

Ecco come trarne il massimo beneficio:

- Partire dalle basi

  Iniziare esplorando i capitoli introduttivi per comprendere cos'è lo scanner 3D, come funziona e perché sta diventando sempre più rilevante nella lavorazione del legno. Questa base aiuta a collegare la tecnologia ai metodi formativi tradizionali.
- Familiarizzare con strumenti e materiali
  Consultare le sezioni che descrivono le tipologie di scanner 3D, i materiali più comuni, i flussi di lavoro software e la terminologia essenziale.
- Esplorare le applicazioni didattiche
  La guida include esempi e spiegazioni che illustrano come lo scanner 3D possa essere applicato nella formazione professionale per la falegnameria, aiutando a visualizzare concrete opportunità di utilizzo in aula e in laboratorio.
- Utilizzare le attività pratiche
  Sono presenti dimostrazioni ed esercitazioni pensate per il contesto didattico. Le attività sono progettate in modo flessibile, così da poter essere adattate a diversi livelli di competenza.
- Sperimentare e riflettere con gli studenti
  L'implementazione è più efficace quando formatori e studenti esplorano la tecnologia insieme. Utilizzare le attività pratiche per sperimentare, discutere i risultati, risolvere problemi e stimolare gli studenti a migliorare i propri progetti.
- Usarla come riferimento continuo

  La guida non è pensata per una lettura unica e definitiva, ma come strumento di consultazione a cui fare riferimento ogni volta che servono chiarimenti, esempi o ispirazione per progettare nuove lezioni. Può inoltre essere integrata con le risorse aggiuntive che verranno sviluppate nell'ambito del ShiftVET.

2. Descrizione della tecnologia

2.1 Cos'è uno scanner 3D?

La scansione 3D è il processo di raccolta di dati dal mondo fisico per ricostruirlo sotto forma di modello digitale tridimensionale. Consiste nell'acquisizione della geometria di oggetti reali affinché possano essere rappresentati digitalmente, consentendo applicazioni come la misurazione, l'ispezione o la conservazione digitale.

Il modo specifico in cui la scansione 3D viene eseguita dipende dalla tecnologia utilizzata e dal tipo di dati da acquisire, ma l'obiettivo principale rimane lo stesso: registrare le dimensioni fisiche e le informazioni di superficie di un oggetto per convertirle in formato digitale.

Il risultato di una scansione 3D consiste quindi in dati ad alta risoluzione sotto forma di nuvola di punti o modelli mesh, che rappresentano la forma e le caratteristiche superficiali dell'oggetto scansionato. Questi dati possono poi essere utilizzati all'interno di software per attività di analisi, progettazione o integrazione in flussi di lavoro digitali [1].

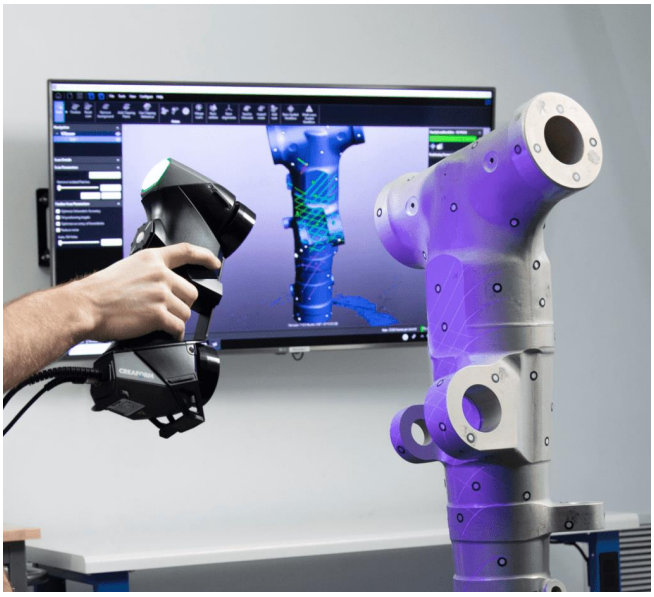


Figure 1: 3D scanner [2].

2.2 Come funziona uno scanner 3D?

La scansione 3D è il processo di acquisizione delle dimensioni fisiche di un oggetto o di un ambiente per creare una rappresentazione digitale tridimensionale. Questa tecnologia sta rivoluzionando il modo in cui progettiamo, produciamo e interagiamo con il mondo, offrendo livelli di dettaglio e precisione senza precedenti. Gli scanner 3D sono diventati strumenti essenziali per il controllo qualità, la progettazione di prodotto e numerose altre applicazioni.

La capacità di uno scanner 3D di acquisire geometria e texture è fondamentale per il suo funzionamento. Registrando un elevato numero di punti sulla superficie di un oggetto, questi dispositivi creano modelli tridimensionali altamente dettagliati. Questo processo di conversione digitale è cruciale per applicazioni che richiedono misurazioni accurate e design complessi. I modelli risultanti diventano strumenti versatili per simulazioni virtuali, migliorando l'efficienza e la qualità dei processi.

Flusso di lavoro generale della scansione 3D

Sebbene i diversi sistemi di scansione 3D utilizzino principi di misura differenti, seguono tutti un flusso operativo comune:

1. Acquisizione dei dati dalla superficie dell'oggetto: Il sistema di scansione cattura informazioni dalla superficie dell'oggetto registrando come un segnale proiettato o un'immagine osservata interagisce con essa. Questa fase è dedicata alla raccolta dei dati geometrici grezzi che descrivono la forma esterna dell'oggetto.
2. Misurazione delle distanze e della posizione spaziale: Lo scanner calcola la posizione spaziale di numerosi punti della superficie determinandone la distanza rispetto ai sensori. Queste misurazioni vengono tradotte in coordinate tridimensionali (X, Y, Z), che descrivono la geometria dell'oggetto nello spazio.
3. Generazione della nuvola di punti (point cloud): Le misurazioni raccolte vengono combinate in una nuvola di punti, ovvero un insieme denso di punti che rappresentano la superficie dell'oggetto scansionato. Ogni punto corrisponde a una posizione precisa nello spazio tridimensionale e, nel loro insieme, definiscono la forma dell'oggetto.
4. Allineamento e fusione dei dati: Per oggetti complessi sono spesso necessarie più scansioni per catturare tutte le superfici. Software dedicati allineano e uniscono questi dataset separati in un'unica nuvola di punti

coerente, garantendo continuità e completezza del modello digitale.

5. Ricostruzione della superficie e creazione del modello: La nuvola di punti unificata viene elaborata per generare un modello di superficie o una mesh poligonale, che rappresenta la geometria continua dell'oggetto. Il modello può essere rifinito, pulito o ottimizzato in base all'uso previsto.
6. Esportazione e utilizzo del modello digitale: Il modello 3D finale può essere esportato in formati standard (come STL o OBJ) e utilizzato per progettazione, analisi, documentazione, controllo qualità o integrazione con flussi di lavoro CAD e di produzione.

Il ruolo del software nel processo di scansione è cruciale. I software di scansione 3D gestiscono l'acquisizione dei dati, l'elaborazione delle misurazioni grezze, il filtraggio del rumore, l'allineamento di più scansioni e la generazione di modelli digitali utilizzabili. Senza software dedicati, i dati grezzi prodotti dallo scanner non possono essere trasformati in rappresentazioni 3D significative o pratiche [1], [3].

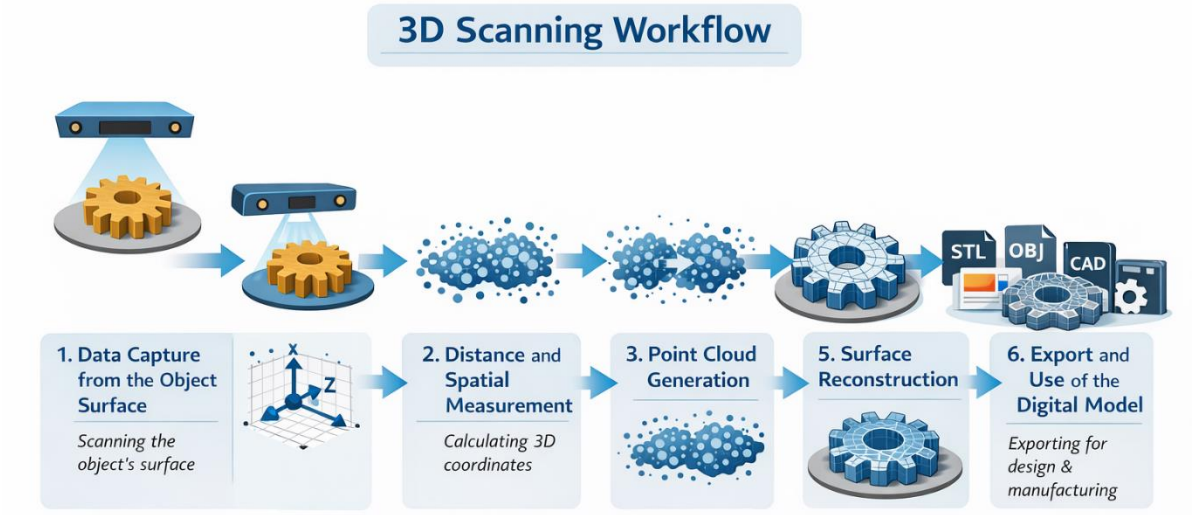


Figure 2: 3D Scanning workflow. Open IA (2026).

2.3 Tipologie di scanner 3D

Ora che abbiamo analizzato questa tecnologia in termini generali, possiamo concentrarci sulle diverse tipologie esistenti.
Esistono cinque principali categorie di tecnologie di scanner 3D, ciascuna con caratteristiche, vantaggi e limiti specifici.

2.3.1. 3D scanning by laser triangulation

Questa tecnologia si basa sul principio della triangolazione, formando un triangolo tra l'emettitore laser, l'oggetto misurato e il sensore per calcolare la posizione di milioni di punti sulla superficie. Un laser puntiforme o lineare proietta la luce sull'oggetto e i sensori ne catturano la riflessione, consentendo al sistema di calcolare i dati spaziali.

In questo metodo, lo scanner conosce la posizione della sorgente laser, la posizione della telecamera e gli angoli e le distanze tra loro.

Quando il laser colpisce l'oggetto, il sensore cattura il riflesso con un angolo specifico. Il sistema utilizza quindi semplici relazioni geometriche (basate sul triangolo formato da questi tre elementi) per calcolare le coordinate del punto sulla superficie dell'oggetto.

Il processo di scansione avviene generalmente così:

1. Una linea o un punto laser viene proiettato sull'oggetto.

2. Una telecamera o un sensore, posizionato a un angolo noto, cattura la luce riflessa.

3. Un software dedicato calcola la posizione precisa di ciascun punto applicando le formule di triangolazione.

4. Man mano che lo scanner si muove, vengono raccolti molti punti che consentono di ricostruire la geometria completa dell'oggetto.

Perché questo metodo è utile?

- Offre elevata precisione e dettaglio, ideale per oggetti di piccole o medie dimensioni.

- È spesso utilizzato quando l'accuratezza è fondamentale, ad esempio per la misurazione di componenti o dettagli.

Limiti principali. Superfici lucide o trasparenti possono creare problemi, poiché il laser non si riflette correttamente, riducendo la qualità dei dati acquisiti.

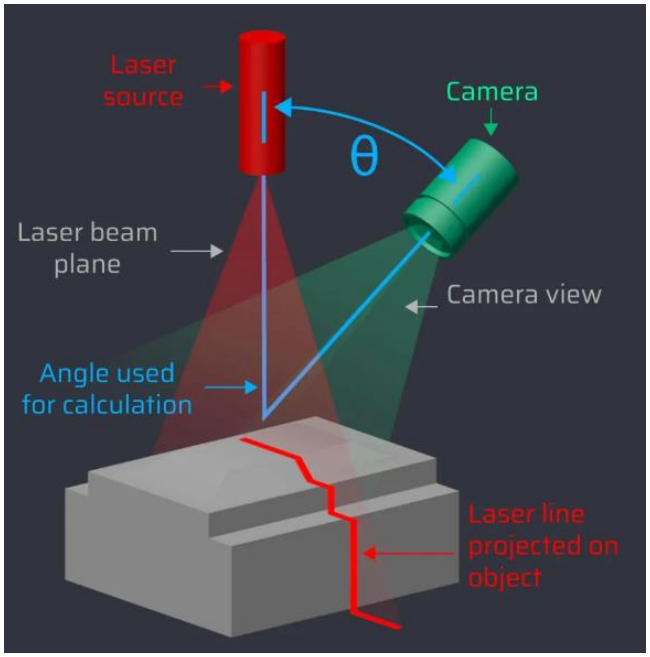


Figure 3: 3D scanner- Laser triangulation [4].

2.3.2. Scansione 3D a luce strutturata

La scansione a luce strutturata è una tecnologia di scansione 3D che funziona proiettando un pattern di luce noto su un oggetto e analizzando come questo pattern si modifica quando colpisce la sua superficie. Osservando tali deformazioni, il sistema è in grado di calcolare la forma tridimensionale dell'oggetto.

A differenza della scansione laser, gli scanner a luce strutturata proiettano solitamente una serie di pattern luminosi (come strisce o griglie) su un'area più ampia. Una o più telecamere registrano come questi pattern si piegano, si allungano o si comprimono in base alla geometria della superficie.

Il software dello scanner confronta quindi le immagini acquisite e, attraverso calcoli geometrici, determina la posizione esatta di ogni punto visibile sulla superficie, convertendo queste informazioni in coordinate tridimensionali.

Come funziona il processo

1. Un pattern di luce viene proiettato sull'oggetto.

2. Le telecamere osservano come il pattern viene deformato dalla forma dell'oggetto.
3. Il software analizza le deformazioni e calcola la posizione dei punti sulla superficie nelle tre dimensioni.
4. Migliaia o milioni di punti vengono acquisiti simultaneamente, creando una rappresentazione digitale molto dettagliata.

Perché la scansione a luce strutturata è utile

- Veloce, perché acquisisce grandi aree dell'oggetto in un'unica operazione, invece che punto per punto.
- Accurata, in grado di catturare dettagli delicati a seconda della risoluzione dello scanner.
- Sicura e senza contatto, poiché utilizza luce visibile o luce bianca invece di laser.

Principali limiti da considerare

- La scansione a luce strutturata è sensibile alle condizioni di illuminazione esterna. Luce ambientale intensa, luce solare diretta o riflessi possono interferire con il pattern proiettato e ridurre l'accuratezza della scansione. Per questo motivo, viene generalmente eseguita in ambienti interni controllati.

- Superfici molto scure, lucide o trasparenti possono richiedere una preparazione preliminare per garantire un rilevamento affidabile del pattern.

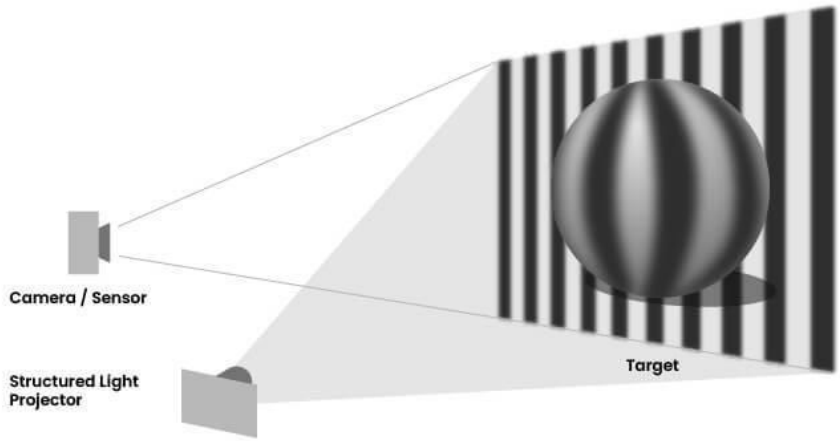


Figure 4:Structured Light 3D Scanner [5].

2.3.3. Scansione 3D tramite fotogrammetria

La fotogrammetria è un metodo per creare un modello 3D di un oggetto reale utilizzando una serie di fotografie scattate da diverse angolazioni. A differenza di altre tecnologie di scansione, non richiede uno scanner dedicato: spesso è sufficiente uno smartphone o una fotocamera digitale, rendendo questa tecnica particolarmente accessibile ed economica.

Come funziona la fotogrammetria

1. Scattare molte foto dell'oggetto: Si gira attorno all'oggetto scattando fotografie a intervalli regolari, in modo da coprirne tutti i lati.
2. Analisi delle immagini tramite software: Un programma analizza tutte le immagini e individua punti di riferimento comuni che compaiono in più foto.
3. Calcolo della posizione nello spazio: Confrontando la posizione di questi punti nelle diverse immagini, il software determina dove si trovano nello spazio tridimensionale.
4. Creazione del modello 3D: Le posizioni calcolate costituiscono la base del modello 3D digitale, che può essere visualizzato, misurato o esportato verso altri software.

In altre parole:

- il software cerca elementi che compaiono in più fotografie;
- ne calcola la posizione in 3D;

- queste posizioni vengono utilizzate per costruire il modello tridimensionale.

Perché è un metodo utile

La fotogrammetria offre diversi vantaggi pratici, soprattutto in ambito educativo e laboratoriale:

- Basso costo: non servono scanner specifici, basta una fotocamera o un telefono.
- Flessibilità: funziona bene con molti tipi di oggetti, anche con forme irregolari o superfici ricche di texture.
- Portabilità: può essere utilizzata fuori dall'aula o dal laboratorio, senza attrezzature complesse.

Per questi motivi, la fotogrammetria è un ottimo punto di partenza per insegnare la cattura 3D senza investimenti elevati in hardware.

Principali limiti

- Illuminazione adeguata: foto troppo scure o con ombre forti rendono difficile l'individuazione dei punti comuni.
- Numero elevato di fotografie: più immagini da angolazioni diverse si scattano, migliore sarà il risultato; poche foto non sono sufficienti.
- Tempi di elaborazione: la generazione del modello 3D può richiedere tempo, soprattutto con molte immagini ad alta risoluzione.

Nel complesso, la fotogrammetria è una soluzione semplice, accessibile e didatticamente efficace per introdurre la scansione 3D in contesti formativi.

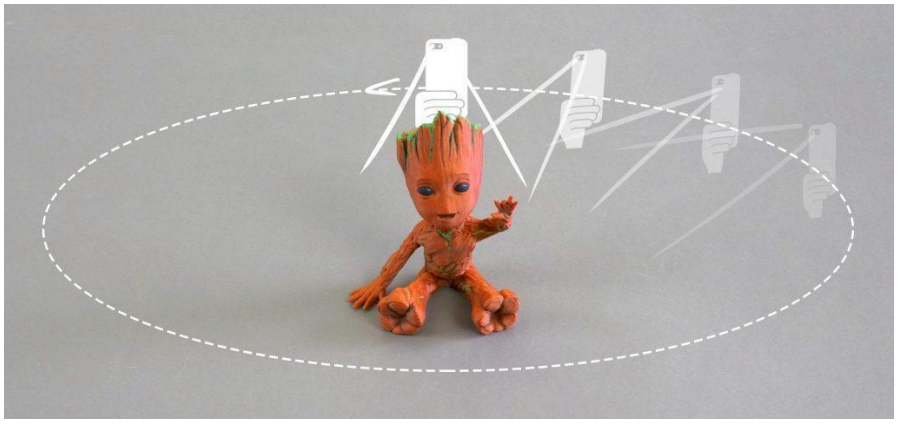


Figure 5: Photogrammetry [6].

2.3.4. Scansione 3D a contatto

La scansione 3D a contatto è un metodo in cui la forma di un oggetto viene acquisita toccandone fisicamente la superficie con una sonda. Invece di utilizzare laser o luce, questo tipo di scanner misura l'oggetto punto per punto tramite contatto diretto, rendendolo molto diverso dalla maggior parte degli scanner ottici moderni.

Come funziona

1. Una sonda o puntale entra in contatto con la superficie dell'oggetto.
2. Ogni volta che la sonda tocca l'oggetto, il sistema registra la posizione esatta del punto nello spazio (X, Y, Z).
3. La sonda si muove lungo la superficie, manualmente o tramite un braccio meccanico.
4. Tutti i punti misurati vengono combinati per costruire un modello 3D digitale della superficie.

Poiché la sonda tocca fisicamente l'oggetto, il sistema conosce sempre con precisione la posizione della superficie, senza essere influenzato da luce, colore o riflessi.

Quali sono i vantaggi

La scansione a contatto è particolarmente indicata quando è richiesta elevatissima accuratezza. Offre:

- Precisione estremamente alta, ideale per misurazioni e ispezioni.
- Risultati affidabili anche su materiali trasparenti, lucidi o molto scuri, spesso problematici per gli scanner ottici.
- Misure stabili e ripetibili, fondamentali nel controllo qualità.

Per questi motivi, la scansione a contatto è molto utilizzata nell'ispezione industriale e nella verifica dimensionale, dove l'accuratezza è più importante della velocità.

Limiti da considerare

- Processo lento: ogni punto deve essere misurato singolarmente; oggetti grandi o complessi richiedono molto tempo.
- Flessibilità limitata: cavità profonde, curve complesse o superfici fragili possono essere difficili o impossibili da scansionare.

- Contatto fisico: non adatta a materiali morbidi, flessibili o delicati che potrebbero danneggiarsi.

Per queste ragioni, la scansione 3D a contatto è poco diffusa in aula o in laboratorio didattico e viene generalmente riservata a attività di misura specialistiche piuttosto che a usi formativi quotidiani.



Figure 6: Contact 3D scanning [7].

2.3.5. Scansione 3D a impulsi laser

Questo tipo di scansione 3D a impulsi laser è un metodo che misura gli oggetti inviando brevi impulsi laser e misurando il tempo necessario affinché tornino indietro dopo aver colpito una superficie. Conoscendo la velocità della luce, il sistema è in grado di calcolare la distanza dall'oggetto con grande precisione.

In termini semplici, lo scanner:

- invia un impulso laser.
- attende che la riflessione ritorni;
- misura il tempo impiegato;
- converte quel tempo in una distanza.

Come funziona questo tipo di scansione

1. Lo scanner emette un impulso laser verso l'oggetto o l'ambiente.
2. Il laser colpisce la superficie e viene riflesso verso lo scanner.

3. Il sistema misura il tempo trascorso tra l'emissione e il ritorno dell'impulso.
4. A partire da questo tempo, lo scanner calcola la distanza di quel punto.
5. Il processo viene ripetuto migliaia di volte al secondo per costruire una rappresentazione 3D dell'oggetto o dello spazio.

Perché è utile

La scansione a impulsi laser è particolarmente indicata quando:

- l'oggetto o l'area da acquisire è molto grande, come edifici, stanze, macchinari o strutture esterne;
- è necessario catturare la forma generale e le dimensioni, più che i dettagli fini della superficie;
- lo scanner deve operare a grande distanza dall'oggetto.

Per questi motivi, questa tecnologia è comunemente utilizzata in ambiti come architettura, edilizia, impianti industriali e ispezioni su larga scala.

Limiti da considerare

- È più lenta rispetto ad altri metodi di scansione ottica, poiché ogni misurazione dipende dal tempo di ritorno dell'impulso laser.
- Il livello di dettaglio è generalmente inferiore rispetto alla triangolazione laser o alla luce strutturata.
- Le attrezzature sono spesso ingombranti e costose, rendendo questa tecnologia poco adatta a contesti didattici o a laboratori di falegnameria [4], [8].



Figure 7: Laser pulse-based 3D scanning [9].

2.4 Applicazioni generali

La scansione 3D è una tecnologia che cattura la forma di oggetti reali e crea un modello digitale tridimensionale utilizzabile in molti modi.

- Digitalizzazione e documentazione

Gli scanner 3D vengono utilizzati per digitalizzare oggetti e ambienti, convertendo forme fisiche in file digitali. Questo consente di:

- registrare e archiviare oggetti in formato digitale;
- visualizzare e condividere i modelli su computer;
- conservare registri digitali per usi futuri o come riferimento.

È particolarmente utile quando gli oggetti sono molto grandi, fragili o difficili da spostare, oppure quando è necessario disporre di una documentazione permanente.

- Progettazione e sviluppo

Una volta scansionato un oggetto, il modello digitale può essere utilizzato con software di progettazione come il CAD. Ciò permette di:

- modificare o migliorare progetti esistenti;
- creare nuovi componenti partendo dall'oggetto scansionato;
- combinare modelli scansionati con nuovi elementi digitali.

Questa applicazione può accelerare lo sviluppo del prodotto e supportare le attività di progettazione quando i file originali non sono disponibili.

- Reverse engineering

La scansione 3D è spesso utilizzata per ricreare un modello digitale di un oggetto quando non esistono file CAD o disegni tecnici originali. Questo processo è noto come reverse engineering.

In pratica:

- l'oggetto viene scansionato;
- dalla scansione si genera un modello digitale;
- il modello può essere usato per riprodurre o adattare l'oggetto.

È particolarmente utile in officina, produzione e attività di riparazione.

- Ispezione e controllo qualità

Scansionando un pezzo e confrontando il modello digitale con le misure previste, è possibile:

- verificare se l'oggetto rispetta le specifiche di progetto;
- individuare differenze di forma o dimensione;
- controllare che i componenti siano realizzati correttamente.

Per questo la scansione 3D è uno strumento prezioso quando sono richieste misurazioni accurate e verifiche dimensionali.

- Integrazione con altri strumenti digitali

Gli scanner 3D si integrano facilmente con altre tecnologie. Ad esempio:

- i modelli possono essere esportati per stampa 3D o lavorazioni CNC;
- i file digitali possono essere utilizzati in software di progettazione o simulazione;
- supportano flussi di lavoro che combinano processi fisici e digitali.

La scansione 3D non è quindi una tecnologia isolata, ma parte integrante di un ecosistema digitale più ampio [10].

Quando la scansione 3D non è la soluzione migliore

Sebbene la scansione 3D sia uno strumento digitale potente, è importante capire che non è sempre la scelta più adatta per ogni attività. In alcune situazioni, metodi tradizionali o altri strumenti digitali possono risultare più efficienti o appropriati.

La scansione 3D potrebbe non essere l'opzione migliore quando l'oggetto presenta una geometria molto semplice, che può essere misurata rapidamente con strumenti manuali oppure progettata direttamente in CAD. In questi casi, la scansione rischia di aggiungere passaggi inutili al flusso di lavoro.

È inoltre meno efficace quando gli oggetti sono molto piccoli, altamente riflettenti, trasparenti o realizzati con materiali difficili da acquisire accuratamente senza una preparazione della superficie. Nei contesti educativi, anche tempi limitati, scarso controllo dell'illuminazione o la mancanza di attrezzature adeguate possono ridurre la qualità dei risultati.

Aiutare gli studenti a comprendere quando non utilizzare la scansione 3D favorisce lo sviluppo del pensiero critico e incoraggia una scelta consapevole delle tecnologie digitali, selezionando di volta in volta lo strumento più adatto allo scopo.

2.5 Attrezzatura necessaria

Per eseguire una scansione 3D è necessario disporre di un insieme minimo di attrezzature di base. La configurazione esatta dipende dal tipo di scanner utilizzato, ma la maggior parte dei sistemi di scansione 3D condivide alcuni elementi essenziali.

- Scanner 3D

L'elemento più importante è lo scanner 3D stesso.

È il dispositivo che acquisisce la forma dell'oggetto. A seconda della tecnologia, lo scanner può:

- utilizzare luce o laser;
- essere portatile o montato su treppiede;
- scansionare oggetti piccoli o superfici più grandi.

Lo scanner è responsabile della raccolta dei dati grezzi, che verranno successivamente trasformati in un modello 3D digitale.

- Computer (PC o laptop)

È necessario un computer per:

- controllare lo scanner;
- visualizzare il processo di scansione;
- elaborare i dati acquisiti.

Il computer deve avere prestazioni sufficienti per gestire dati 3D, soprattutto nel caso di scansioni dettagliate o oggetti di grandi dimensioni. Nella maggior parte dei contesti educativi, un laptop o desktop moderno standard è adeguato.

- Software di scansione 3D

Il software di scansione 3D è indispensabile per:

- acquisire i dati dallo scanner;
- allineare più scansioni;
- creare il modello 3D finale.

Di solito questo software è fornito insieme allo scanner e offre un'interfaccia guidata e facile da usare. Senza di esso, i dati acquisiti non possono essere convertiti in un modello 3D utilizzabile.

- Superficie di lavoro stabile

È importante disporre di un tavolo o banco di lavoro stabile per garantire che:

- l'oggetto non si muova durante la scansione;
- i risultati siano coerenti e affidabili.

Per oggetti piccoli è sufficiente un tavolo semplice; per oggetti più grandi è necessaria una superficie ampia, libera e stabile.

- Piattaforma rotante (opzionale ma utile)

La piattaforma rotante (turntable) è spesso utilizzata per scansionare oggetti piccoli o medi.

Consente all'oggetto di:

- ruotare in modo uniforme;
- essere scansionato da tutti i lati senza spostare lo scanner.

Questo rende la scansione più semplice, veloce e coerente, soprattutto per i principianti.

- Marker o punti di riferimento (opzionali)

Alcuni sistemi di scansione utilizzano marker adesivi applicati sull'oggetto o nell'area circostante.

Questi marker aiutano il software a:

- riconoscere le diverse posizioni di scansione;
- allineare correttamente più scansioni.

Sono particolarmente utili quando si scansionano oggetti con poche caratteristiche visive sulla superficie.

- Alimentazione e cavi

Lo scanner e il computer richiedono:

- una fonte di alimentazione affidabile;
- cavi di collegamento adeguati (USB o simili).

Una connessione stabile evita interruzioni durante il processo di scansione.

- Requisiti ambientali di base

Anche l'ambiente di scansione è importante:

- sono preferibili spazi interni;
- un'illuminazione controllata migliora la qualità dei risultati;
- evitare luce solare diretta, riflessi intensi o ombre marcate [1].

2.6 Checklist tecnica

Prima di iniziare qualsiasi attività didattica con uno scanner 3D, è fondamentale assicurarsi che l'attrezzatura sia correttamente configurata e sicura da utilizzare. La seguente checklist riassume i principali elementi tecnici che i docenti dovrebbero verificare prima di avviare il processo di scansione. Può essere utilizzata come strumento di consultazione rapida per garantire affidabilità, sicurezza e un funzionamento fluido dell'attività.

Prontezza dell'attrezzatura

- ☐ Lo scanner 3D è installato o posizionato su una superficie stabile e non può muoversi accidentalmente durante la scansione.
- ☐ L'area di scansione è pulita, ordinata e priva di ostacoli che potrebbero interferire con il processo.
- ☐ Lo scanner è correttamente collegato al computer (USB, alimentazione o connessione wireless, se prevista).
- ☐ Lo scanner è stato calibrato, se richiesto dal produttore, seguendo la procedura raccomandata.
- ☐ Il computer soddisfa i requisiti tecnici minimi per eseguire il software di scansione senza problemi.
- ☐ Il software di scansione 3D è installato, aggiornato e funzionante correttamente.
- ☐ Se viene utilizzata una piattaforma rotante, questa è stabile e ruota in modo fluido.

- Se sono necessari marker di riferimento, sono disponibili e posizionati correttamente sull'oggetto o nell'area circostante.
- L'oggetto da scansionare è pulito, asciutto e stabile, e non si muoverà durante la scansione.
- L'oggetto rientra nelle dimensioni consigliate per lo scanner utilizzato.

Ambiente e condizioni di scansione

- L'attività di scansione si svolge in ambiente interno, controllato.
- Le condizioni di illuminazione sono adeguate (assenza di luce solare diretta o riflessi intensi).
- Superfici molto riflettenti, trasparenti o molto scure sono state individuate e, se necessario, si è valutata una preparazione della superficie.
- È disponibile spazio sufficiente intorno all'oggetto per muovere liberamente lo scanner (nel caso di scanner portatili).

Controlli di sicurezza

- Gli studenti sono stati informati che gli scanner utilizzano luce o laser e che non devono essere puntati verso gli occhi.
- Sono state fornite istruzioni chiare su dove posizionare le mani durante la scansione.
- I cavi sono organizzati in modo da evitare rischi di inciampo.
- Scanner e computer sono utilizzati nel rispetto delle linee guida di sicurezza del produttore.
- L'oggetto da scansionare non presenta spigoli vivi o parti instabili.

Risorse digitali

- È disponibile un software di visualizzazione o modifica 3D di base per controllare il modello scansionato.
- I formati di esportazione (come STL o OBJ) sono conosciuti e compresi.
- È disponibile spazio di archiviazione sufficiente per i dati di scansione e le nuvole di punti.
- Gli studenti sanno dove verranno salvati i file e come verranno utilizzati successivamente (visualizzazione, modifica, stampa, ecc.).

Verifica finale prima della scansione

- È stata eseguita una breve scansione di prova per verificare che impostazioni e condizioni siano corrette.
- Gli studenti comprendono l'obiettivo dell'attività di scansione e hanno chiaro quale dovrebbe essere il risultato atteso.

3. Potenziale della tecnologia nella formazione professionale (VET) per la falegnameria

3.1 Benefici educativi

L'integrazione della scansione 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria offre vantaggi educativi rilevanti quando viene utilizzata come strumento di supporto all'apprendimento pratico. Secondo alcune esperienze didattiche descritte nella tesi di master Activities for bringing 3D scanning into the classroom, la scansione 3D contribuisce positivamente alla partecipazione degli studenti, allo sviluppo delle competenze e ai risultati di apprendimento.

- Maggiore motivazione grazie al lavoro su oggetti reali

Nella formazione professionale in falegnameria, gli studenti risultano più motivati quando lavorano con materiali fisici e manufatti reali. Le attività di scansione 3D aumentano la motivazione perché consentono di interagire direttamente con oggetti concreti, invece che limitarsi a concetti astratti o disegni tecnici. Scansionare giunzioni in legno, componenti o utensili già familiari riduce inoltre la resistenza verso gli strumenti digitali in discipline tradizionalmente manuali.

- Migliore comprensione spaziale degli elementi in legno

La visualizzazione spaziale è un altro vantaggio fondamentale della scansione 3D in classe e può essere particolarmente utile per la formazione professionale nella lavorazione del legno, poiché aiuta gli studenti a comprendere forme, volumi e giunti. Attraverso la scansione 3D, gli studenti possono osservare i giunti da qualsiasi angolazione, comprendere come i pezzi si incastrano tra loro e persino analizzare alcune forme più complesse che sono difficili da comprendere in 2D. Ciò facilita il passaggio dal lavoro fisico ai disegni tecnici e ai modelli digitali

- Apprendimento attraverso la pratica e l'analisi degli errori

Le attività di scansione promuovono un apprendimento attivo: gli studenti sperimentano, osservano i risultati e analizzano gli errori. In falegnameria, possono scansionare pezzi in legno, individuare imprecisioni o aree mancanti e discutere perché la scansione non è riuscita e come migliorarla. Questo processo rafforza pensiero critico e capacità di analisi, competenze essenziali nel settore del legno.

- Sviluppo di competenze digitali legate all'artigianato

La scansione 3D migliora le competenze digitali degli studenti, soprattutto quando si utilizzano strumenti e software accessibili. Nel VET per la falegnameria, ciò aiuta a collegare il saper fare tradizionale con i processi digitali moderni: gestione dei file 3D, uso responsabile degli strumenti digitali, comprensione della digitalizzazione degli oggetti fisici.

Questo prepara gli studenti agli ambienti professionali contemporanei.

- Competenze di comunicazione e documentazione

Gli studenti migliorano le capacità orali e scritte spiegando il processo di scansione e i risultati ottenuti. Imparano a documentare il lavoro, giustificare le scelte tecniche e presentare proposte di miglioramento-abilità direttamente trasferibili ai contesti professionali reali.

- Apprendimento cooperativo in laboratorio

La scansione 3D favorisce il lavoro di gruppo, già tipico delle attività di officina. Operare in piccoli team incoraggia la responsabilità condivisa, migliora la comunicazione e riflette le dinamiche reali del laboratorio, rafforzando competenze tecniche e sociali.

In sintesi, la scansione 3D, se integrata in modo mirato, rappresenta uno strumento didattico efficace per arricchire la formazione in falegnameria, connettendo pratica, digitale e collaborazione [11].

3.2 Vantaggi tecnici dello scanner 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria e la carpenteria

La scansione 3D offre diversi vantaggi tecnici particolarmente rilevanti per la falegnameria, poiché consente di acquisire con precisione oggetti reali in legno e trasformarli in modelli digitali utilizzabili. Questa capacità aiuta a collegare le competenze artigianali tradizionali con gli strumenti digitali moderni impiegati nei laboratori.

Uno dei principali vantaggi tecnici della scansione 3D è la possibilità di catturare la forma e le dimensioni esatte degli oggetti in legno. A differenza delle misurazioni manuali, che possono essere lente e soggette a piccoli errori, la scansione 3D registra la geometria completa di un pezzo, includendo curve, angoli e superfici

irregolari. Questo livello di accuratezza è particolarmente utile quando si lavora con componenti complessi, giunzioni o manufatti artigianali.

Un ulteriore vantaggio è la gestione di forme complesse difficili da misurare a mano. Molti progetti di falegnameria includono forme organiche, elementi decorativi o dettagli personalizzati che risultano complicati da documentare con strumenti tradizionali. La scansione 3D semplifica il processo acquisendo l'intera superficie dell'oggetto in un unico modello digitale, analizzabile da qualsiasi angolazione.

I modelli digitali generati tramite scansione possono essere facilmente utilizzati nei processi di progettazione e modifica. Una volta scansionato un oggetto in legno, il modello può essere aperto in un software CAD per regolare dimensioni, migliorare il design o adattare componenti esistenti a nuove esigenze.

Inoltre, la scansione 3D è pienamente compatibile con il reverse engineering, ovvero la ricostruzione di un modello digitale a partire da un oggetto fisico esistente. Nella formazione in falegnameria, ciò è particolarmente utile quando mancano disegni o progetti originali, ad esempio nella riproduzione di mobili antichi o nell'adattamento di elementi già esistenti. Gli studenti possono scansionare l'oggetto e utilizzare il modello digitale come riferimento per la riproduzione o il miglioramento.

La scansione 3D consente anche un risparmio di tempo nelle fasi di documentazione e preparazione. L'acquisizione digitale di un pezzo è spesso più rapida rispetto alla misurazione e al disegno manuale, soprattutto per oggetti complessi. Questa efficienza permette agli studenti di dedicare più tempo all'analisi del progetto, alla comprensione dei principi costruttivi e alla qualità della lavorazione artigianale.

Infine, la scansione 3D crea un forte collegamento tra il lavoro fisico in laboratorio e le tecnologie di produzione digitale. I modelli scansionati possono essere condivisi, archiviati, riutilizzati o integrati con altri strumenti digitali, come macchine CNC o stampanti 3D. Nel contesto della formazione professionale in carpenteria e falegnameria, questo aiuta gli studenti a familiarizzare con flussi di lavoro digitali sempre più diffusi negli ambienti professionali, continuando al contempo a valorizzare le competenze manuali tradizionali [12].



Figure 8: 3D scanning of a figure [13].

3.3 Checklist pedagogica

Introdurre lo scanner 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria non è solo un compito tecnico, ma anche una opportunità pedagogica. Prima di progettare le attività in aula o in laboratorio, i docenti dovrebbero verificare che obiettivi di apprendimento, prontezza degli studenti e coerenza con il curriculum siano ben definiti.
Questa checklist aiuta a garantire che lo scanner 3D venga utilizzato in modo significativo, motivante ed educativamente efficace.

Obiettivi di apprendimento

- L'attività è chiaramente allineata al curriculum di falegnameria e carpenteria (giunzioni, componenti, mobili, utensili, restauro, ecc.).
- Gli studenti comprendono la differenza tra oggetti fisici e modelli 3D digitali.
- Gli studenti comprendono la relazione di base tra scansione 3D e CAD (la scansione cattura la realtà; il CAD la modifica o la riprogetta).
- Il compito rafforza il pensiero critico, ad esempio individuando errori di scansione, aree mancanti o imprecisioni e discutendo come migliorarle.
- L'attività prevede interazione pratica con oggetti reali in legno prima e dopo la scansione.

Preparazione pedagogica

- È stato preparato un oggetto reale in legno da scansionare (giunzione, componente, utensile, piccolo elemento di arredo).
- È disponibile un esempio di scansione 3D completata per mostrare agli studenti cosa rappresenta un risultato corretto.

- Sono state identificate le criticità più comuni (superfici mancanti, rumore, disallineamenti, riflessi).
- Sono state preparate domande guida, ad esempio:
  - Perché alcune aree mancano nella scansione?
  - Cosa ha reso questa superficie poco chiara?
  - Come potremmo migliorare la scansione la prossima volta?
- Sono stati pianificati momenti di collaborazione tra pari, discussione e confronto dei risultati tra gruppi.

Adattamento dei materiali alla falegnameria

- L'oggetto scansionato è chiaramente collegato a processi reali di falegnameria (giunzioni, incastri, elementi decorativi, dime, utensili).
- Gli studenti possono confrontare il pezzo fisico in legno con la scansione digitale, individuando somiglianze e differenze.
- L'attività aiuta a comprendere come la scansione supporti la falegnameria (documentazione, analisi, adattamento), senza sostituirla.
- Vengono forniti esempi chiari per mostrare che la scansione 3D integra e valorizza l'artigianato, anziché rimpiazzarlo.

3.4 Esempi di attività per la formazione professionale (VET) in falegnameria

Le seguenti attività mostrano modalità semplici e realistiche per integrare la scansione 3D nella formazione professionale (VET) in falegnameria e carpenteria. Ogni attività è progettata per supportare l'apprendimento pratico e collegare gli strumenti digitali con la pratica tradizionale di laboratorio.

Progetto breve – Livello base (1–2 sessioni): Scansione e analisi di un componente semplice di falegnameria

Obiettivo: Introdurre gli studenti al flusso di lavoro della scansione 3D utilizzando un oggetto in legno semplice e familiare, presente in laboratorio.

- Descrizione: Gli studenti selezionano un piccolo elemento di falegnameria, come un campione di giunzione, un distanziatore, una maniglia o un utensile semplice. L'oggetto viene scansionato, si genera un modello 3D digitale e lo si visualizza al computer. La classe discute la qualità della scansione, le eventuali aree mancanti e l'accuratezza complessiva confrontando il modello digitale con l'oggetto reale

- Risultati di apprendimento: Comprendere il flusso di lavoro di base della scansione 3D; Imparare la differenza tra oggetti fisici e modelli digitali; Osservare la qualità della superficie, la geometria e i limiti della scansione.
- Variante: Gli studenti scansionano lo stesso oggetto utilizzando angolazioni o impostazioni diverse e confrontano i risultati ottenuti.

Progetto medio – Livello intermedio (3–4 sessioni): Analisi e miglioramento di una giunzione in legno tramite scansione 3D

Obiettivo: Esplorare le giunzioni tradizionali analizzandole digitalmente a partire da un oggetto reale.

- Descrizione: Gli studenti scansionano una giunzione in legno esistente (ad esempio coda di rondine, incastro a pettine, mortasa e tenone). Il modello digitale viene utilizzato per osservare geometria, angoli e accoppiamenti. Gli studenti individuano imperfezioni o imprecisioni e discutono come la giunzione potrebbe essere migliorata prima di essere ricreata o corretta nel legno.
- Risultati di apprendimento: Migliora la comprensione spaziale dei giunti; impara ad analizzare la geometria e le tolleranze; collega i risultati della scansione con la precisione della lavorazione reale del legno.
- Variante: Gruppi diversi scansionano giunzioni differenti e presentano quale soluzione offre il miglior accoppiamento o comportamento strutturale.

Progetto lungo – Livello avanzato (1–2 settimane): Flusso di lavoro ibrido: dall'oggetto scansionato al pezzo in legno riprogettato

Obiettivo: Comprendere come la scansione 3D supporti documentazione, riprogettazione e adattamento nei progetti di falegnameria.

- Descrizione: Gli studenti scansionano un oggetto o componente in legno esistente (ad esempio un dettaglio di arredo, una maniglia, un elemento decorativo o un utensile). Il modello scansionato viene utilizzato come riferimento per riprogettare o adattare l'oggetto (scala, proporzioni o geometria). La versione finale viene quindi realizzata o modificata in legno.
- Risultati di apprendimento: Comprendere il ruolo complementare della scansione 3D nell'artigianato; Imparare come l'acquisizione digitale supporti la riprogettazione e la pianificazione; Applicare sia l'analisi digitale che le tradizionali tecniche di lavorazione del legno.

- Variante: Gli studenti documentano l'intero processo (selezione dell'oggetto – scansione – analisi – riprogettazione – realizzazione in legno) e presentano le proprie conclusioni.

4. Integrazioni nelle classi

4.1 Raccomandazioni metodologiche

Per integrare con successo la scansione 3D nei percorsi VET di falegnameria e carpenteria, è importante concentrarsi non solo sulla tecnologia in sé, ma anche su come viene introdotta e utilizzata dal punto di vista pedagogico. Le seguenti raccomandazioni metodologiche aiutano a garantire che la scansione 3D supporti gli obiettivi formativi e la pratica di laboratorio, invece di diventare un'attività isolata o eccessivamente tecnica.

- Partire da oggetti reali di laboratorio

La scansione 3D dovrebbe essere introdotta utilizzando oggetti in legno reali che gli studenti già conoscono, come giunzioni, utensili, componenti o dime. Partire da materiali familiari aiuta gli studenti a comprendere lo scopo della tecnologia e riduce la resistenza verso gli strumenti digitali.

Questo approccio è coerente con le indicazioni sull'apprendimento professionale potenziato dalla tecnologia, secondo cui gli strumenti digitali sono più efficaci quando sono collegati a competenze pratiche già presenti.

- Mantenere il focus sugli obiettivi di apprendimento, non sullo strumento

Lo scanner va presentato come un mezzo per supportare l'apprendimento, non come l'obiettivo principale della lezione. È utile spiegare chiaramente perché si usa la scansione in una determinata attività (analisi, documentazione, miglioramento, confronto).

Le esperienze educative sulla scansione 3D evidenziano che i risultati di apprendimento migliorano quando la tecnologia viene utilizzata per risolvere problemi concreti, anziché come "novità" a sé stante.

- Usare un approccio graduale e guidato

Per studenti non esperti, è consigliabile introdurre le attività di scansione in modo progressivo:

- osservazione di una dimostrazione
- scansione guidata
- lavoro con maggiore autonomia.

Questo approccio “a scaffolding” è raccomandato nella formazione professionale supportata dalla tecnologia per evitare sovraccarico cognitivo e frustrazione.

- Favorire osservazione, confronto e discussione

La scansione 3D crea naturalmente occasioni di confronto:

- Perché alcune aree sono mancanti?
- Perché una scansione risulta migliore di un’altra?
- Cosa potremmo migliorare?

La ricerca sull’apprendimento attivo mostra che riflessione e discussione tra pari aumentano significativamente la comprensione, soprattutto quando si lavora con modelli digitali.

- Integrare la scansione con attività tradizionali di falegnameria

Le attività di scansione dovrebbero essere combinate con compiti di laboratorio come misurare, tagliare, assemblare o rifinire. Questo rafforza l’idea che gli strumenti digitali complementano l’artigianato, senza sostituirlo.
Questo approccio ibrido è spesso indicato come buona pratica nella formazione tecnico-professionale contemporanea.

- Adattar la complessità al livello degli studenti

Non tutti gli studenti devono padroneggiare impostazioni avanzate o software complessi. Ai livelli base può essere sufficiente la scansione e visualizzazione. Analisi più avanzate possono essere introdotte gradualmente.
Le fonti educative sottolineano l’importanza di adeguare la complessità degli strumenti digitali alla prontezza degli studenti per mantenere motivazione e fiducia.

- Usare la scansione come attività collaborativa

Quando possibile, le attività dovrebbero svolgersi in piccoli gruppi, con ruoli chiari (operatore scanner, osservatore, responsabile file, presentatore). Il lavoro collaborativo rispecchia le dinamiche reali di laboratorio e migliora il coinvolgimento.
L’apprendimento collaborativo con strumenti digitali è fortemente raccomandato nei contesti VET [14], [15], [16].

4.2 Piano di implementazione

Fase 1 – Preparare l'ambiente e le attrezzature

Prima di iniziare a utilizzare la scansione 3D, è importante predisporre uno spazio pulito, stabile e ben organizzato. Lo scanner deve essere correttamente collegato al computer e il software deve risultare installato e funzionante. È consigliabile eseguire semplici scansioni di prova con piccoli oggetti in legno per verificare che lo scanner acquisisca correttamente l'oggetto e che il modello digitale risulti visibile e completo.

Fase 2 – Introdurre la tecnologia e il suo scopo

Il docente spiega, in modo semplice, che cos'è la scansione 3D e perché è utile in falegnameria. L'attenzione va posta sul valore pratico: analizzare le forme, documentare i pezzi o supportare il miglioramento dei progetti. Questo passaggio aiuta gli studenti a capire che la scansione è uno strumento di supporto, non un sostituto delle competenze manuali.

Fase 3 – Dimostrare il processo di scansione

Il docente esegue una dimostrazione dal vivo scansionando un oggetto in legno semplice. Ogni passaggio viene spiegato con calma, senza sovraccarico tecnico, in modo che gli studenti possano osservare l'intero flusso: dall'oggetto fisico al modello digitale.

In questa fase gli studenti osservano e pongono domande.

Fase 4 – Pratica guidata degli studenti

Gli studenti lavorano in piccoli gruppi per scansionare un oggetto semplice sotto la supervisione del docente. È possibile assegnare ruoli chiari (operatore dello scanner, osservatore, responsabile dei file). L'obiettivo è far acquisire confidenza attraverso l'esperienza pratica guidata, senza puntare alla perfezione del risultato.

Fase 5 – Osservare e analizzare i risultati

Una volta completate le scansioni, gli studenti confrontano il modello digitale con l'oggetto in legno. Insieme individuano aree mancanti, distorsioni o imprecisioni e discutono le possibili cause.

Questa fase stimola osservazione, riflessione e pensiero critico.

Fase 6 – Collegare la scansione alla pratica di falegnameria

Il docente collega i risultati della scansione alle attività reali di laboratorio, come la comprensione della geometria delle giunzioni, il controllo delle dimensioni o la documentazione dei pezzi.

Gli studenti comprendono così come la scansione 3D possa supportare concretamente le attività tradizionali di falegnameria.

Fase 7 – Consolidare l'apprendimento

Gli studenti riassumono ciò che hanno appreso e discutono come la scansione 3D potrebbe essere utilizzata in progetti futuri. Questo può avvenire tramite una breve discussione o una semplice riflessione scritta. Quest'ultima fase aiuta a consolidare le conoscenze e prepara gli studenti a utilizzi più avanzati della tecnologia.

4.3 Checklist di integrazione d'aula

Una volta che i docenti sono pronti a integrare lo scanner 3D nelle lezioni, questa checklist offre una guida rapida e operativa per preparare, svolgere e concludere un'attività in aula o laboratorio. Aiuta a verificare che materiali, strumenti, risorse digitali e passaggi pedagogici siano pronti, consentendo di gestire la sessione in modo fluido e sicuro.

Preparazione della sessione

- È stato selezionato un oggetto in legno semplice e adatto alla scansione (campione di giunzione, piccolo componente, utensile, dima).
- L'oggetto è pulito, asciutto e stabile, e rientra nelle dimensioni/capacità dello scanner.
- Scanner e computer sono stati testati in anticipo per evitare problemi tecnici durante la lezione.
- Il software di scansione è installato, aggiornato e funzionante.
- È stata stimata una durata realistica per scansione e visualizzazione del modello entro una lezione.
- Gli studenti hanno accesso a software base di visualizzazione/modifica 3D, adeguato al loro livello.

Materiali e strumenti

- Scanner 3D e cavi di alimentazione/dati disponibili e in buone condizioni.
- Computer o laptop con prestazioni sufficienti per le attività di scansione.
- Tavola girevole o marker di riferimento disponibili se richiesti dallo scanner.
- Spazio di archiviazione (locale o cloud) predisposto per salvare i file di scansione.
- Area di scansione ordinata e libera da ostacoli.

Durante l'attività

- Gli studenti conoscono i ruoli assegnati (operatore scanner, gestore dell'oggetto, osservatore, gestore file, documentatore).
- Gli studenti comprendono i passaggi base della scansione:
  - posizionamento dell'oggetto;
  - acquisizione della scansione;
  - verifica della completezza;
  - salvataggio del file.
- È stato spiegato un flusso di lavoro chiaro: *Oggetto →Scansione →Revisione →Analisi*.
- È previsto tempo per osservare e discutere la qualità della scansione (aree mancanti, rumore, distorsioni).
- Sono state spiegate le regole di sicurezza (non puntare lo scanner verso gli occhi, maneggiare l'attrezzatura con cura).

Dopo l'attività

- Gli studenti documentano i risultati (screenshot, foto dell'oggetto, brevi note).
- È prevista una riflessione guidata, ad esempio:
  - Cosa ha funzionato bene durante la scansione?
  - Quali problemi sono emersi?
  - Come si potrebbe migliorare la scansione?
- I file scansionati sono salvati e nominati correttamente per un uso futuro.

- Scanner e spazio di lavoro vengono puliti e preparati per il gruppo successivo.

4.4 Consigli per i docenti

Di seguito alcune raccomandazioni pratiche sull'uso dello scanner 3D in ambito educativo.

Raccomandazione	Descrizione
Supporto tecnico e affidabilità	Prima di introdurre uno scanner 3D in aula, è importante scegliere attrezzature che siano affidabili, facili da mantenere e supportate dal fornitore.
Consapevolezza sulla sicurezza	Gli insegnanti dovrebbero comprendere e comunicare chiaramente le regole di sicurezza di base quando si utilizzano attrezzature per la scansione 3D. Gli studenti devono sapere come maneggiare lo scanner in modo responsabile e seguire le istruzioni.
Ambiente di scan adeguato	L'area di scansione dovrebbe essere organizzata, stabile e adatta all'uso in aula. Un ambiente interno controllato aiuta a migliorare la qualità delle scansioni e rende le attività più facili da gestire durante le lezioni.
Scelta della tecnologia di scansione	I diversi sistemi di scansione 3D offrono livelli di complessità differenti. Per l'uso educativo, si raccomanda di privilegiare la facilità d'uso e il valore didattico piuttosto che funzionalità tecniche avanzate, assicurando che la tecnologia sia adeguata al contesto della classe e al livello degli studenti.
Iniziare con compiti di apprendimento semplici	Le attività iniziali dovrebbero concentrarsi su oggetti semplici e obiettivi di apprendimento chiari. Iniziare in modo graduale consente agli studenti di comprendere il processo di scansione passo dopo passo e di acquisire fiducia prima di affrontare compiti più complessi

Imparare tramite osservazioni ed errori	Le scansioni imperfette fanno parte del processo di apprendimento. Si incoraggiano gli insegnanti a utilizzare gli errori di scansione come opportunità di discussione e riflessione, aiutando gli studenti a comprendere i limiti e a migliorare i risultati.
Integrare con attività pratiche	La scansione 3D dovrebbe essere integrata nelle attività pratiche di laboratorio, rafforzando le competenze manuali già esistenti. Questo aiuta gli studenti a vedere gli strumenti digitali come un complemento all'artigianato tradizionale, piuttosto che come un suo sostituto [17].

5. Sicurezza e sostenibilità nell'uso dello scanner 3D

Quando si utilizzano scanner 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria e la carpenteria, è importante considerare sia gli aspetti di sicurezza di base sia l'uso sostenibile delle attrezzature e delle risorse. Secondo le linee guida sull'uso educativo della scansione 3D, questi aspetti possono essere gestiti facilmente con regole chiare e una buona organizzazione dell'aula.

Considerazioni sulla sicurezza

Gli scanner 3D sono sicuri da utilizzare in ambienti educativi, poiché non coinvolgono superfici calde né parti meccaniche in movimento. Tuttavia, gli insegnanti dovrebbero assicurarsi che gli studenti rispettino alcune regole di base:

- Gli scanner non devono mai essere puntati verso gli occhi, soprattutto nei sistemi che utilizzano proiezione luminosa o laser.
- Le attrezzature devono essere maneggiate con attenzione per evitare cadute o urti.
- Cavi e collegamenti devono essere organizzati per prevenire rischi di inciampo.

Istruzioni chiare e supervisione aiutano a garantire un uso sicuro, soprattutto quando più studenti lavorano con lo scanner.

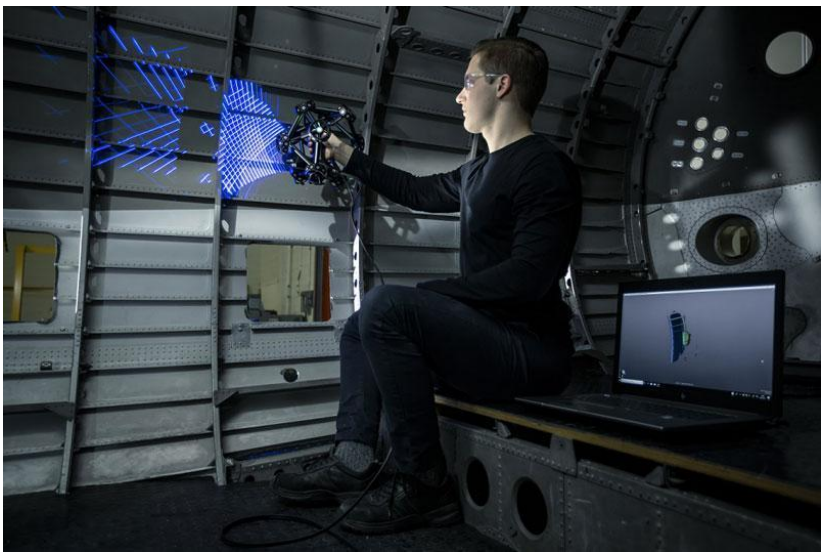


Figure 9: Person using a 3D scanner [18].

Considerazioni sulla sostenibilità

Dal punto di vista della sostenibilità, la scansione 3D supporta un uso efficiente e responsabile dei materiali. Analizzando gli oggetti in forma digitale prima di apportare modifiche o riprodurre parti, gli studenti possono:

- ridurre sprechi inutili di materiale;
- evitare tentativi ed errori nella lavorazione del legno;
- migliorare la pianificazione prima dell'inizio delle attività di laboratorio.

Inoltre, i modelli digitali possono essere archiviati, riutilizzati e condivisi, riducendo la necessità di produrre ripetutamente campioni fisici. Questo favorisce un approccio più sostenibile all'apprendimento e alla produzione [17].

6. Risorse aggiutive

Title: Getting Started with the 3D Scanner

Author: Concord Free Public Library

Description: This is an introductory video about 3D scanner technology, showing the basics of how to start using this technology.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=uqPB2PcHN-8

Title: How to scan a wooden chair | Calibry 3D scanner

Author: Calibry

Description: In this video, we can also see how the 3D scanner is used, a brief introduction, but focused on a wooden object, a chair.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=l3qPHkGWRSA

Title: An introduction to 3d scanning

Author: CREAFORM

Description: This document provides a more visual introduction to 3D scanning technology.

Link: https://www.creaform3d.com/-/media/project/oneweb/oneweb/creaform3d/technical-documentation/ebook1_an_introduction_to_3d_scanning.pdf?la=en&revision=74cdebf2-5279-4a66-9b0e-3d16633ca6b4&hash=0C0545C976BB275A3830C5DD195FBA2C

Title: Calibry 3D scanner- User manual

Author: Calibry 3D scanner

Description: Manual on how to use this 3D scanning machine (Structured-light 3D scanner).

Link: https://thor3dscanner.com/assets/apps/support/Calibry_3D_scanner_Manual_ENG_OK.pdf

7. Conclusioni

La scansione 3D è una tecnologia preziosa e accessibile che può arricchire la formazione professionale (VET) in falegnameria e carpenteria quando viene utilizzata con chiari obiettivi educativi. Consentendo di acquisire e analizzare digitalmente oggetti in legno, aiuta gli studenti a comprendere meglio forme, giunzioni e dettagli costruttivi, rafforzando al contempo il legame tra artigianato manuale e strumenti digitali.

In linea con il progetto ShiftVET, questa guida supporta l'integrazione graduale delle tecnologie digitali nella formazione professionale, aiutando i docenti a modernizzare le pratiche didattiche mantenendo un forte collegamento con la realtà del laboratorio. Con una preparazione semplice, regole di sicurezza chiare e attività realistiche, la scansione 3D può essere introdotta senza difficoltà in aula. Utilizzata in questo modo, diventa uno strumento di supporto pratico che prepara gli studenti a contesti professionali in evoluzione, rispettando al contempo il valore delle competenze tradizionali della lavorazione del legno.

Dal legno al digitale → comprendere l'artigianato attraverso la scansione 3D!

Bibliografia

[1] SHINING 3D. *What is 3D scanning and what types of scanners are there?*,. SHINING 3D, 03 July 2023. [Online]. Available: https://www.einscan.com/applications/que-es-el-escaneo-3d-y-que-tipos-de-escaneres-hay/. [Last access: 02 January 2026].

[2] R&G Metal Shaping. *Implementation of 3D laser scanning in industrial sheet metal fabrication.* R&G Metal Shaping, n.d. [Online]. Available: https://rgmetalshaping.com/implementacion-del-escaner-laser-3d/. [Last access: 02 January 2026].

[3] SCANOLOGY, *What is 3D scanning and how does a 3D scanner work?*, SCANOLOGY, 12 May 2025. [Online]. Available: https://www.3d-scantech.com/what-is-3d-scanning-and-how-does-a-3d-scanner-work-5970/. [Last access: 02 January 2026].

[4] KREON, *How does laser triangulation 3D scanning technology improve manufacturing processes?,* KREON, n.d., [Online]. Available: https://www.kreon3d.com/es/article/how-does-laser-triangulation-3d-scanning-technology-improve-manufacturing-processes. [Last access: 02 January 2026].

[5] 3DRevopoint, *What is Structured Light 3D Scanning and How It Works*, 3DRevopoint, 28 February 2025. [Online]. Available: https://www.revopoint3d.com/blogs/blog/what-is-structured-light-3d-scanning-and-how-it-works?srsltid=AfmBOorrjKkMXgqqwLu7Rnoh58AW280YBAOifvvQ-VUH29KbDEUoOhun&msged=1. [Last access: 02 January 2026].

[6] Zuza, M. *Photogrammetry – 3D scanning with just your phone/camera*, PRUSA, 13 March 2018. [Online]. Available: https://blog.prusa3d.com/photogrammetry-3d-scanning-just-phone-camera_7811/. [Last access: 02 January 2026].

[7] Grupo Abstract, *FARO ScanArm articulated arm 3D scanner*, Grupo Abstract, [Online]. Available: https://grupoabstract.com/soluciones/equipos/escaner3d/articulados/. [Last access: 02 January 2026].

[8] SICNOVA, *3D scanning technologies: advantages and limitations*, SICNOVA, 02 January 2022. [Online]. Available: https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/tecnologias-de-escaneo-3d-ventajas-y-limitaciones/. [Last access: 02 January 2026].

[9] Koneva, V. *What is 3D laser scanning?,* Artec 3D, 11 February 2025. [Online]. Available: https://www.artec3d.com/es/learning-center/laser-3d-scanning. [Last access: 02 January 2026].

[10] Descubre Arduino, *What is 3D scanning? Definition, advantages, and uses*, Descubre Arduino, [Online]. Available: https://descubrearduino.com/que-es-el-escaneo-3d-definicion-ventajas-y-usos/. [Last access: 02 January 2026].

[11] Rodríguez, D.S. *Activities for bringing 3D scanning into the classroom*, Valladolid, 2021.

[12] Lewsam, J. *3D Scanning for Woodworking: Capturing Real-World Objects – 5 Game-Changing Benefits You Must Try,* Wood of Woodcraft, n.d., [Online]. Available: https://worldofwoodcraft.com/3d-scanning-for-woodworking-capturing-real-world-objects/. [Last access: 07 January 2026].

[13] Contreras, L. *How to choose a 3D scanner?,* 3D natives, 20 September 2017. [Online]. Available: https://www.3dnatives.com/es/expertos-elegir-un-escaner-3d-200920172. [Last access: 07 January 2026].

[14] SCANOLOGY, *How 3D Scanning is Shaping the Future of Education*, SCANOLOGY, 09 January 2025. [Online]. Available: https://www.3d-scantech.com/how-3d-scanning-is-shaping-the-future-of-education/. [Last access: 07 January 2026].

[15] Claros, M. D*iscover how a 3D scanner is transforming the education sector*, BlogWell, 15 June 2023. [Online]. Available: https://www.crear4d.com/descubre-como-un-escaner-3d-revoluciona-el-sector-educativo/. [Last access: 07 January 2026].

[16] Ramseier, A. *3D Scanning in Education: Enhancing Learning Experiences with Technology*, High country, 01 December 2025. [Online]. Available: https://hctcinc.com/blog/3d-scanning-in-education--enhancing-learning-experiences-with-technology. [Last access: 07 January 2026].

[17] CENTRAL SCANNING, *Uses Of 3D Scanning In The Educational Sector*, CENTRAL SCANNING, 14 August 2024. [Online]. Available: https://www.central-scanning.co.uk/3d-scanning-educational/. [Last access: 07 January 2026].

[18] CREAFORM, *Top tips for 3D scanning and quality control*, CREAFORM, [Online]. Available: https://www.creaform3d.com/es/resources/blog/3d-scanning-for-quality-control-top-tips-to-maximize-your-investment. [Last access: 07 January 2026].

SHIFTVET

Co-funded by
the European Union

Cofinanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o del Servizio spagnolo per l'internazionalizzazione dell'istruzione (SEPIE). Né l'Unione europea né l'autorità che ha concesso il finanziamento possono essere ritenute responsabili per essi.