

D1.B - Analisi e sviluppo di un piano per la sostenibilità del progetto e piano di business

Autori: Marialuisa Mongelli (ENEA), Giovanna Spadafora (Roma Tre), Mauro Saccone (Roma Tre), Marco Puccini (ENEA), Samuele Pierattini (ENEA).

Altri contribuenti al lavoro riportato nel deliverable: Andrea Fantini, Giacomo Napoli, Carla Masetti (Roma Tre)

Revisori: Marco Canciani

Sommario

Introduzione	2
Sintesi delle caratteristiche tecniche della piattaforma	2
1. Piano di sostenibilità della piattaforma	2
1.1 sostenibilità software	2
1.2 Sostenibilità per i contenuti della piattaforma	3
1.3 Sostenibilità nell'uso	4
2. Piano di business	5
2.1 Introduzione	5
2.2 Servizi informatici offerti dai partner tecnologici	6
2.3 Servizi di rilievo 3D	8
2.4 servizi di processing / elaborazione dati	9
2.5 Servizi di formazione	10

Introduzione

Il progetto D-TECH *Digital-Twin Environment for Cultural Heritage*, che ha avuto inizio nell'ottobre del 2021, è terminato nel gennaio del 2024 (18 mesi di durata, più 9 mesi di proroga) e ha avuto come obiettivo la realizzazione di una piattaforma multimediale dedicata ai gestori dei Beni Culturali.

La piattaforma è stata pensata come uno strumento che potrebbe supportare, oltre alla gestione del ciclo produttivo del contenuto culturale e perciò dell'intera "catena del valore" (conoscenza, diagnostica, conservazione, restauro, valorizzazione, fruizione e gestione), anche la condivisione dei dati – sia di quelli resi disponibili dai gestori dei beni sia quelli prodotti dagli sviluppi della ricerca nel campo del Cultural Heritage – attraverso la pubblicazione on line di modelli 3D, nuvole di punti e contenuti multimediali, collegati tra loro.

Il progetto rende disponibili, per i gestori dei beni culturali, alcuni servizi (di base e avanzati), con l'intento di rispondere alla richiesta sempre più pressante di sistemi che permettano l'integrazione tra la realtà fisica del bene e quella virtuale.

Sintesi delle caratteristiche tecniche della piattaforma

La piattaforma, esito del progetto finanziato, è composta da un modulo "Kore" che potrà essere scaricato, installato e utilizzato gratuitamente, è completamente Open Source ed è strutturata in microservizi e pertanto è scalabile e modulabile sulla base delle esigenze dello specifico utente. Parti centrali della piattaforma "Kore" sono il *data storage* e il relativo database relazionale, che raccoglie tutti i dati e metadati prodotti dagli enti/istituzioni coinvolti nel Progetto e/o da soggetti esterni autorizzati.

Ogni singolo utente avrà accesso alla piattaforma attraverso un sistema di *login* e *password*, con la possibilità di abilitare anche il metodo di verifica *Multi Factor Authentication* (MFA). Nello specifico sono previste tre categorie di utenza: amministratori, creatori di contenuti e visualizzatori di contenuti, secondo lo schema descritto nel deliverable D3.B *Proof of concept della piattaforma*.

L'accesso degli utenti, abilitati all'utilizzo delle risorse hardware e software della piattaforma, avverrà secondo gli accordi di business che verranno stipulati, tra i quali è prevista anche la possibilità di avere un servizio di assistenza e di personalizzazione (si veda, in proposito, il paragrafo 2 di questo stesso deliverable). Similmente, eventuali esigenze, al momento non previste, potranno essere soddisfatte intervenendo sia sulle macchine virtuali che sui servizi che esse ospitano e quindi sul *cluster* K8s (come meglio specificato nel deliverable D3.B).

1. Piano di sostenibilità della piattaforma

1.1 sostenibilità software

Uno dei punti cardine del Progetto è stato quello di sviluppare la piattaforma utilizzando un software Open Source (o Software Libero). L'uso di un tale codice base, infatti, consente non solo a tutti i partner del

Progetto, ma anche ad altri utenti autorizzati di «utilizzare, studiare, condividere e migliorare il software¹», raggiungendo l'obiettivo dell'apertura e dell'aggiornamento della piattaforma a possibili contributi esterni. Il software Open Source è di per sé sostenibile, in quanto «le licenze garantiscono accesso senza restrizioni alla risorsa software, non solo per tutte le persone, ma anche illimitatamente in termini di spazio e di tempo»; proprio per tali ragioni, infatti, esso garantisce quella che è stata definita come «equità intergenerazionale». Inoltre, il Software Libero consente la creazione di ecosistemi sostenibili, dal momento che «tutti i soggetti coinvolti hanno un interesse nel mantenere il software come una risorsa comune [...] generando il mutuo accrescimento di utenti e sviluppatori che beneficiano l'uno dell'altro».

Ai fini della realizzazione della piattaforma è stato individuato il servizio di *hosting* per progetti software *GitHub*, strumento estremamente versatile e ampiamente applicato in diversi settori per lo sviluppo di software collaborativi e Open Source. *GitHub*, infatti, fornisce ottime funzionalità sia per il controllo dei codici sia per il tracciamento dei problemi o per la gestione delle richieste di implementazione e/o risoluzione dei problemi individuati.

Inoltre, *GitHub* è di facile utilizzo perché ampiamente documentato via web, tramite tutorial, guide su blog e forum di supporto che permettono agli utenti di contribuire costantemente ad aggiornare la documentazione, aggiungendo informazioni e dando suggerimenti, anche ai fini di una eventuale più agevole fruizione di contenuti.

La piattaforma del progetto è stata ideata come una “architettura a microservizi”, in cui un'applicazione è composta da una serie di servizi indipendenti e autonomi, chiamati appunto “microservizi”, ciascuno dei quali gestisce una funzionalità specifica dell'applicazione. I microservizi comunicano tra loro tramite API (Application Programming Interface), consentendo un'architettura scalabile, modulare ed espandibile, pertanto più sostenibile rispetto a una architettura monolitica.

Inoltre, tale architettura permette di sviluppare, testare e distribuire i servizi in modo indipendente, facilitando l'aggiornamento e la manutenzione dell'applicazione nel tempo.

1.2 Sostenibilità per i contenuti della piattaforma

Nell'ambito della transizione digitale, e in particolare del trend attuale di digitalizzazione dei beni culturali stimolato dalla crescente necessità di lavorare con le copie digitali, la piattaforma offre una serie di servizi web-based (si veda il deliverable D3.C e il paragrafo 1.1 della Relazione conclusiva), rivolti alle amministrazioni detentrici dei dati che, nella maggior parte dei casi, non dispongono delle necessarie risorse hardware e software per gestirli e condividerli con l'esterno.

La realizzazione della piattaforma si inserisce nel contesto delle attuali ricerche nel campo dei *linked open data* (LOD) per la strutturazione di dati descrittivi del patrimonio culturale; pertanto, la sua connessione con la rete delle ontologie ARCO favorisce il mantenimento dei suoi contenuti nel tempo.

La sostenibilità della piattaforma è, inoltre, garantita attraverso il suo utilizzo e, in particolare, dalla generazione continua di nuovi dati e dall'arricchimento dei contenuti della base di conoscenza, effettuato da parte degli utenti o desunta dalla attività di *survey*, che può essere promossa non solo dai partner del progetto ma anche da altri partner del DTC Lazio. È evidente che l'integrazione di foto o di documentazione in PDF, riferiti a un bene digitale culturale già presente nel sistema, e il loro collegamento a punti specifici dei singoli modelli 3D, incrementano e valorizzano l'insieme delle informazioni disponibili.

¹ Le citazioni tra caporali, in questo paragrafo, sono riprese dal testo pubblicato al seguente indirizzo:
.<https://fsfe.org/freesoftware/sustainability/sustainability.it.html>)

Il mantenimento e lo sviluppo degli strumenti per l'integrazione e l'implementazione dei dati costituiscono, a loro volta, ulteriori elementi che assicurano la continuità di esercizio dei servizi software accessibili e scalabili da web.

Ma è l'utilizzo stesso dei dati presenti nella piattaforma a garantirne la sostenibilità. A tale scopo potranno essere creati eventi come le maratone *hackathon*, le quali possono favorire la collaborazione intensiva di partecipanti/esperti sollecitati a fare emergere eventuali criticità del sistema, a segnalare possibili errori nei suoi contenuti, a proporre strategie per una loro soluzione.

Relativamente alle questioni legate alla **proprietà e alla sicurezza dei dati**, il progetto D-TECH prevede che i dati 3D rimangano di proprietà dell'ente gestore del bene culturale, che li gestisce autonomamente su un proprio servizio di *storage*, e che la piattaforma condivida soltanto i metadati e la visualizzazione del modello 3D. I dati minimi, come quelli anagrafici, saranno conservati nel database di ENEA, il che consentirà sempre di conoscere se un determinato bene culturale è presente nel sistema e questo può favorire il loro massimo utilizzo e la loro diffusione. Questo approccio protegge la sicurezza dei dati sensibili e al contempo favorisce la collaborazione e l'accessibilità delle informazioni culturali.

Disporre di una vasta banca dati (anagrafica) e renderla accessibile a un'ampia varietà di utenti e di organizzazioni, oltre a contribuire alla costruzione di un "ecosistema" di informazioni sempre più affidabili e di qualità, stimola anche l'attuazione di progetti innovativi (nel campo della ricerca, dello sviluppo di prodotti, dell'analisi di mercato, ecc.) e di soluzioni di crescita economica. Tali processi sono potenzialmente in grado di far incrementare il valore della piattaforma e contribuire alla sua sostenibilità. Ad esempio, le aziende possono riutilizzare i dati condivisi nella banca dati per sviluppare nuovi prodotti o servizi, per creare contenuti informativi e/o pubblicitari, o per fornire consulenza, generando così profitti ed entrate di cui loro stesse possono beneficiare o che possono essere reinvestite per rafforzare il funzionamento della piattaforma.

1.3 Sostenibilità nell'uso

I "luoghi della cultura" che hanno già aderito alla piattaforma e gli enti che intenderanno farlo in futuro avranno dai partner del progetto il supporto necessario per utilizzare la piattaforma, per arricchirla di contenuti. Altre tipologie di supporto, quali ad esempio l'installazione della piattaforma o la sua personalizzazione saranno fornite attraverso una serie di servizi, offerti nella modalità descritta nel piano di business, al capitolo 2 di questo stesso deliverable. Inoltre, la sostenibilità nell'utilizzo della piattaforma sarà garantita grazie alla possibilità che gli utenti avranno di partecipare ad attività di formazione avanzata, come incontri di aggiornamento, Workshop, Master e Summer School.

La decisione di adottare prodotti Open Source come base della piattaforma contribuisce alla formazione di una comunità che, in costante evoluzione, collaborerà attivamente allo sviluppo del software, garantendo il suo continuo miglioramento e la sua adattabilità alle esigenze dei diversi utenti.

Tuttavia, per sostenere l'evoluzione della piattaforma e assicurare la sua efficacia nel supportare gli enti detentori di beni nel loro lavoro di digitalizzazione e diffusione del patrimonio culturale, sarà necessario ottenere ulteriori e adeguati finanziamenti.

Sostenibilità temporale (post progetto)

La possibile obsolescenza tecnologica della piattaforma è mitigata dalla struttura su cui essa si basa e dall'uso di software Open Source. I moduli e i componenti "dockerizzati"² possono essere, via via, sostituiti o aggiornati. Viceversa, il valore delle copie digitali del patrimonio culturale contenute nella piattaforma aumenta in maniera direttamente proporzionale con il trascorrere del tempo. Le copie digitali, infatti, testimoniano la condizione del bene in un intervallo temporale ben definito e, dal confronto con ulteriori eventuali acquisizioni, possono essere dedotte informazioni sulle condizioni di conservazione e sul degrado eventualmente intervenuto.

2. Piano di business

2.1 Introduzione

La piattaforma nasce con il co-finanziamento Regione - Impresa, ma è grazie all'Open source che il suo mantenimento diventa sostenibile, secondo due modelli di business: **Consulting** (l'Open Source è utilizzato per vendere servizi complementari, quali formazione, certificazione, supporto, integrazione) e **Hosting** (la vendita di servizi - *software as a service* - basati su soluzioni Open Source) come descritti da J. Koenig in "Seven Open Source business strategies for competitive advantage", IT Manager's Journal, 2004.

L'impresa e i partner soggetti del partenariato offrono dei servizi avanzati secondo la logica del *pay per use*, quali ad esempio: attività di digitalizzazione e di archiviazione dati; *tools* di analisi avanzata dei modelli 3D; applicazioni mobile per la realizzazione di progetti personalizzati di Realtà Virtuale e Aumentata.

L'uso diffuso della piattaforma ridurrà notevolmente i costi del processo produttivo finalizzato alla valorizzazione dei beni culturali. La possibilità di utilizzare una filiera operativa condivisa, in cui si possa disporre di strumenti già esistenti e sperimentati, consente di non essere costretti a reimpostare il processo, ogni volta dall'inizio.

Il consorzio, costituito tra tutti i partner di D-TECH, ha l'obiettivo di fornire ai gestori di luoghi della cultura una serie di servizi specificamente adattati alle singole esigenze e che saranno erogati secondo tariffe speciali e concordate tra i partner del consorzio. Questo approccio è stato progettato appositamente per agevolare l'accesso dei musei, ma anche delle realtà di dimensioni minori, a risorse e strumenti che altrimenti potrebbero essere finanziariamente proibitivi o difficili da ottenere.

Le tariffe speciali sono state studiate in modo da essere accessibili e sostenibili per le istituzioni culturali coinvolte, consentendo loro di beneficiare appieno dei servizi offerti dal consorzio che includono, oltre ai servizi *pay per use* elencati alle righe precedenti, anche la possibilità di usufruire di un supporto tecnico specializzato e l'opportunità, per il personale, di accedere a specifici percorsi formativi.

In definitiva, l'inclusione di tariffe speciali e particolari all'interno della proposta di progetto evidenzia l'impegno del consorzio nel rendere i servizi culturali digitali accessibili e sostenibili per tutti, promuovendo così nel settore culturale la creazione di una rete di supporto reciproco, l'innovazione e la crescita.

Nello specifico, tutti gli utenti che hanno manifestato interesse in fase di sottomissione del progetto hanno complessivamente a disposizione 500 GB per testare la piattaforma. Una volta esaurito questo spazio, altri

² Il termine "dockerizzato" si riferisce al processo di utilizzo della tecnologia Docker per creare, distribuire e gestire applicazioni in ambienti "containerizzati". Docker è una piattaforma open-source che permette di impacchettare un'applicazione e tutte le sue dipendenze in un contenitore virtuale, chiamato "container", che può essere eseguito in modo uniforme su qualsiasi sistema operativo che supporti Docker.

utenti gestori di luoghi della cultura che facciano richiesta potranno usufruire o dell'infrastruttura ENEA (cfr. caso a) o realizzarne una propria (cfr. caso b). Nel paragrafo che segue si individuano i costi relativi ai due casi e al supporto inerente alla manutenzione.

2.2 Servizi informatici offerti dai partner tecnologici

In relazione alle partnership di progetto e ai piani di business descritti nei punti seguenti, vengono sintetizzati i principali servizi offerti dalle tre casistiche proposte:

- **Caso a**
 - Servizi Cloud ENEA o Partner Tecnologico
 - Customizzazione grafica e layout
 - Formazione utenti
- **Caso b**
 - Servizi Cloud enterprise del Partner Tecnologico
 - Customizzazione grafica e layout
 - Formazione utenti
 - Servizio di backup
 - Servizio di ssl e dns
 - Piattaforma di supporto ticketing
- **Caso c**
 - Supporto sistemistico ai server in-house del cliente / fruitore finale
 - Configurazione server
 - Installazione e configurazione della piattaforma
 - Formazione utenti
 - Customizzazione grafica e layout

In dettaglio:

Caso a:

Tale tipologia di offerta tecnologica è applicabile anche agli attuali partner di progetto che richiedono uno stack tecnologico a loro dedicato **su infrastruttura ENEA**:

- Piattaforma Kore su infrastruttura ENEA con 500Gb totali di spazio di archiviazione e con 50Gb di database: 5000 euro +IVA annuo
- Prima configurazione e start-up piattaforma Kore: 3500 euro + IVA una volta sola
- Manutenzione base piattaforma Kore: 1800 euro + IVA annuo

Caso b:

Tale tipologia di offerta tecnologica è applicabile anche agli attuali partner di progetto che richiedono uno stack tecnologico a loro dedicato su una infrastruttura del partner tecnologico diversa da quella offerta da ENEA:

- Piattaforma Kore su infrastruttura CLOUD enterprise con 500Gb totali di spazio di archiviazione e con 50Gb di database destinati all'anagrafica, tutto sotto backup: 7000 euro + IVA annuo
- Prima configurazione e start-up piattaforma Kore: 2000 euro + IVA una volta sola
- Manutenzione base piattaforma Kore: 1200 euro + IVA annuo

Caso c:

Tale tipologia di offerta tecnologica è applicabile anche agli attuali partner di progetto che richiedono uno stack tecnologico a loro dedicato su una infrastruttura proprietaria del cliente.

- Installazione/Configurazione Piattaforma KORE su infrastruttura del cliente a partire da: 18000 euro+iva
- Manutenzione base piattaforma Kore: 6000 euro + IVA annuo

Manutenzione evolutiva

- infrastruttura del cliente da 500 euro al giorno + iva
- infrastruttura ENEA e del partner tecnologico da 350 euro al giorno + iva

La manutenzione evolutiva in ambito IT si riferisce al processo di aggiornamento, miglioramento e ottimizzazione di sistemi software esistenti, puntando a estendere le funzionalità del sistema o a migliorarne le prestazioni in risposta ai cambiamenti delle esigenze aziendali o degli utenti finali.

Nel contesto della manutenzione evolutiva, gli sviluppatori possono introdurre nuove caratteristiche o moduli, ottimizzare il codice per aumentare l'efficienza, o ristrutturare il sistema per renderlo più facile da mantenere e scalare in futuro. Questo lavoro può essere guidato da feedback degli utenti, analisi delle tendenze del mercato, o necessità di conformarsi a nuove normative o standard di sicurezza.

Un aspetto fondamentale della manutenzione evolutiva è la pianificazione e la valutazione dell'impatto delle modifiche proposte, per assicurare che l'integrazione delle nuove funzionalità non comprometta la stabilità o le prestazioni del sistema esistente. Richiede quindi una profonda conoscenza del software in questione, oltre a competenze di project management e ingegneria del software per gestire efficacemente il processo di sviluppo e implementazione delle nuove funzioni.

2.3 Servizi di rilievo 3D

Il Laboratorio di Rilievo e tecnologie digitali (RilTec) del Dipartimento di Architettura, dell'Università Roma Tre, dispone di personale qualificato e di una serie di strumentazioni per il rilievo 3D (laser scanner 3D di ultima generazione, asta telescopica per il rilevamento fotogrammetrico fino a 10 mt., APR-Aeromobile a Pilotaggio Remoto, per il rilievo fotogrammetrico dall'alto, stazione GNSS, stazione topografica), oltre che di attrezzature per la restituzione grafica (sia hardware, nello specifico quattro stazione grafiche, che software, programmi CAD, di restituzione fotogrammetrica ed elaborazione della nuvola di punti) e per l'elaborazione di Sistemi Informativi Geografici.

Nell'ambito delle sue finalità, il Laboratorio può offrire ai partner del DTC e agli altri Enti o gestori di luoghi della cultura, la possibilità di usufruire di una serie di servizi inerenti al rilievo 3D.

Tutte le attività di acquisizione dei dati, elencate di seguito, comportano la predisposizione di un progetto di presa delle misure sulla base della documentazione fornita dal cliente e, laddove possibile, di un sopralluogo preliminare per verificare l'accessibilità del sito e le condizioni di illuminazione. Queste operazioni preliminari sono indispensabili per poter programmare i tempi di acquisizione dei dati ma, soprattutto, per valutare d'accordo con il cliente, quali siano le metodologie di rilevamento più adatte alle finalità del lavoro richiesto.

Per chi, non essendo partner del DTC volesse usufruire dei servizi del Laboratorio, le tariffe di riferimento sono accessibili al link: <http://riltec.uniroma3.it/>; per i partner del DTC Lazio le condizioni alle quali accedere ai servizi sono specificate più oltre, nel testo.

In relazione alle attività di acquisizione dei dati si riportano le caratteristiche tecniche delle strumentazioni e il costo del noleggio delle attrezzature.

Noleggio laser scanner al giorno con operatore

Specifiche tecniche: Laser Scanner ZF 5010x con GPS, giroscopio, macchina fotografica HDR e tablet di controllo per l'allineamento delle nuvole on site.

In base alle esigenze espresse dal cliente, si deciderà la densità dei punti da acquisire e l'opportunità di eseguire anche gli scatti fotografici per colorare la nuvola. Da tali scelte dipende, in linea di massima, anche il numero dei giorni di lavoro sul campo. Il prodotto finale che viene consegnato al cliente è la nuvola di punti allineata secondo i formati .rcp e .e57. Per eventuali ulteriori elaborazioni, si veda l'offerta di servizi descritta al paragrafo 2.1 *servizi di processing*.

Noleggio partner del DTC: 300€/giorno

Campagna di rilievo fotogrammetrico

Specifiche tecniche: Fotocamera Nikon MB-D18.

La risoluzione delle immagini da acquisire si concorderà con il cliente in base agli obiettivi del lavoro. Il prodotto fornito è il modello fotogrammetrico. Per eventuali ulteriori elaborazioni, si veda l'offerta di servizi descritta al paragrafo 2.1 *servizi di processing*. Si tenga conto che, per la messa in scala del modello, è necessario prevedere anche l'acquisizione di punti topografici, mediante stazione totale o laser scanner.

In questo caso occorre considerare il solo costo orario dell'operatore.

Noleggio APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) con un nostro operatore al giorno o accreditato presso il laboratorio Riltec

Specifiche tecniche: APR Dji Mini 3 pro con camera 12 megapixel

Relativamente all'uso del drone, il servizio offerto comprende la predisposizione del piano di volo e la procedura necessaria per ottenere i permessi dall'ENAC. Il prodotto fornito potrà essere, in base a quanto richiesto dal cliente: un video oppure un modello fotogrammetrico.

Nel caso si utilizzi il drone per il rilievo fotogrammetrico, occorrerà prevedere anche l'acquisizione di punti topografici, mediante stazione totale o laser scanner.

Noleggio partner del DTC: 200€/giorno

Noleggio Stazione GNSS

Specifiche tecniche: Stazione GNSS E-Survey E 100

Grazie all'uso della stazione GNSS in dotazione al Laboratorio è possibile georiferire gli edifici rilevati e la rete topografica realizzata a supporto del rilievo, sia esso topografico, fotogrammetrico o eseguito mediante APR. La strumentazione consente la georeferenziazione della rete topografica mediante ricevitori satellitari GNSS. La strumentazione è in grado di effettuare misure con correzione differenziale in tempo reale (RTK) o in post elaborazione. Per i punti rilevati con strumentazione GNSS saranno restituiti i seguenti parametri: PDOP, GDOP, HDOP, TDOP, VDOP, tipo di risoluzione, durata del tempo di acquisizione, accuratezza (deviazione standard) planimetrica e altimetrica.

Noleggio partner del DTC: 200€/giorno

2.4 servizi di processing / elaborazione dati

La **realizzazione di un Digital Twin** nel campo dei beni culturali è un processo complesso che mira a creare una rappresentazione digitale dettagliata e accurata di un oggetto, un sito o un'opera d'arte del patrimonio culturale. Questo modello digitale tridimensionale consente di **preservare, studiare e condividere** in modo innovativo il patrimonio. Il Laboratorio RilTec può mettere a disposizione dei partner del DTC il proprio know-how e seguire il processo di realizzazione di una copia digitale di un bene culturale in molte delle sue fasi di realizzazione.

A seguito del rilievo 3D si ottengono nuvole di punti che possono essere ulteriormente elaborate per diversi scopi, che vanno dalla loro pubblicazione via web, alla realizzazione di disegni o modelli, alla produzione di analisi scientifiche. La pubblicazione delle nuvole via web richiede un passaggio di **ricampionamento e una compressione** attraverso l'uso di una tecnica chiamata Octree che consente di ridurre l'occupazione di memoria e lo spazio di archiviazione necessario per rappresentare grandi nuvole di punti tridimensionali, generalmente ottenute da scanner laser o altre tecniche di rilevamento.

In alternativa, le nuvole di punti possono essere utilizzate per produrre **disegni, modelli BIM o modelli mesh**. Nel primo caso il Laboratorio RilTec può fornire assistenza per la realizzazione di progetti Recap da importare negli applicativi CAD o BIM ai fini sia del disegno 2D sia della modellazione parametrica.

Qualora ci fosse la necessità di realizzare modelli mesh a partire dalle nuvole di punti, il Laboratorio ha software e personale qualificato in grado di elaborare le nuvole, produrre modelli mesh e aggiungere texture a partire dalle foto realizzate durante il rilievo.

Infine, i modelli 3D, siano essi continui o discreti (mesh o nuvole di punti), possono essere elaborati per **produrre analisi scientifiche**, misure di aree e superfici, valutazioni relative allo spancimento di murature,

orizzontalità e verticalità delle strutture, individuazione di centro e asse nelle strutture circolari, cilindriche o nelle cupole. Il Laboratorio RilTec ha software e personale qualificato in grado di condurre anche queste analisi e produrre disegni e relazioni su queste tematiche.

All'interno della piattaforma è inoltre possibile **arricchire il bene digitale di contenuti e metadati**, come ad esempio informazioni storiche e documenti correlati, che si possono collegare alcuni punti specifici della copia digitale del bene, inserendo annotazioni puntuali o areali, immagini, campionamenti stratigrafici, analisi materiche, indagini non distruttive come quelle spettrografiche etc. Il Laboratorio RILTEC può mettere a disposizione software e personale qualificato per pubblicare attraverso la piattaforma questo materiale e metterlo a disposizione degli utenti autorizzati alla sua consultazione.

A partire dalle informazioni del rilievo 3D o da documentazioni grafiche è possibile anche **realizzare modelli tridimensionali**, geometrici, di ricostruzione virtuale, combinando dati realmente acquisiti ad altri ipotizzati³, queste elaborazioni, frutto del confronto con gli specialisti che gestiscono e studiano il bene, possono essere messe a punto attraverso la realizzazione di copie digitali del bene espressamente dedicate. Possono, inoltre, essere realizzate ambientazioni e scene in cui collocare e inserire il bene, sia per la sua visualizzazione sulla piattaforma, sia per tutti gli usi in realtà aumentata e virtuale che la piattaforma consente.

La stessa **pubblicazione del Digital Twin** attraverso la piattaforma, con tutto quello che ne consegue, compilazione dell'anagrafica, set-up, caricamento e compressione dei modelli tridimensionali, impostazione di punti di vista privilegiati, sezioni del modello etc. può essere oggetto di un incarico specifico, ad esempio per un singolo manufatto o per grandi quantità di dati come intere collezioni di oggetti archeologici.

Tutte queste operazioni richiedono una **valutazione a tariffa oraria** che dipende dalle dimensioni dei modelli o dei dati da elaborare, dalle loro finalità e dagli obiettivi che il cliente intende raggiungere.

Il Laboratorio RilTec può garantire ai partner del DTC Lazio una tariffa oraria calmierata rispetto al tariffario per gli esterni con un ribasso di circa il 20% (35€ contro i 43,30 del tariffario)

2.5 Servizi di formazione

Il **Dipartimento di Architettura** mette a disposizione, nell'ambito della formazione, la possibilità di partecipare al **Master Internazionale di Il livello** in *Restauro e culture del patrimonio*, fondato da Paolo Marconi, che ha l'obiettivo di formare architetti esperti nel campo del restauro dell'architettura e dell'edilizia storiche. Gli studenti del Master acquisiscono competenze in ambito umanistico e tecnico, per realizzare molte delle operazioni descritte nei paragrafi precedenti, in particolare inerenti al rilievo 3D e alla modellazione BIM. L'Università degli Studi Roma Tre ha sottoscritto il protocollo d'intesa con il Dipartimento della Funzione Pubblica - piano strategico unico formativo per il rafforzamento delle conoscenze e competenze del personale in servizio nelle pubbliche amministrazioni - per la partecipazione all'iniziativa del Ministero della Pubblica Amministrazione "PA 110 e lode". Nell'ambito del protocollo, l'Ateneo permette, per il personale della pubblica amministrazione interessato, l'iscrizione a condizioni agevolate anche ai Master di I e II livello, pertanto sarà possibile l'iscrizione in soprannumero del personale della PA che potrà usufruire di una riduzione del 15% sul totale delle tasse di iscrizione al Master.

³ Canciani, Marco, et al. "Ricostruzione virtuale e realtà aumentata." *Bullettino della commissione archeologica comunale di Roma*: CXVIII, 2017 (2017): 237-250.

Il Laboratorio geocartografico “Giuseppe Caraci” (d’ora in poi LabGeoCaraci) nella prospettiva di condividere le proprie attività ed esperienze con quelle figure professionali che operano nel mondo della gestione, tutela e valorizzazione dei beni culturali e che necessitano di aggiornare e/o incrementare le proprie competenze tecniche, può rendersi partecipe di percorsi formativi nel campo delle applicazioni geotecnologiche.

Attraverso le sue consolidate esperienze di ricerca e di didattica, svolte nell’ambito del Master e delle Summer School, il LabGeoCaraci favorisce infatti una specializzazione, capace di far dialogare le conoscenze teoriche dell’apprendimento con le abilità pratiche della ricognizione sul campo.

Tali offerte formative possono essere messe a disposizione dei gestori dei luoghi della cultura, coinvolti nella fase di immissione dei “contenuti” della piattaforma, o di altri Enti, che dovessero collaborarvi in futuro, **grazie alla sottoscrizione del protocollo di intesa “PA 110 e lode”**, tra l’Università degli Studi Roma Tre e il Dipartimento della Funzione Pubblica, di cui si è detto alle righe precedenti, che consente di applicare una riduzione del 15% delle tasse di iscrizione ai Master e alle Summer School.

Il **Master di secondo livello** (fino al 2022 con il titolo *Digital Earth e Smart Governance. Strategie e strumenti GIS per la gestione dei beni territoriali e culturali*) fornisce esperienze e qualificate competenze attraverso: l’implementazione di funzioni GIS e Web GIS; l’apprendimento di linguaggi di programmazione applicabili su supporti mobili; l’acquisizione di conoscenze di base per il rilevamento GPS e lo sviluppo di modelli in 3D).

A conclusione del percorso formativo, gli iscritti partecipano ad attività di ricerca sul campo (della durata di una settimana) e, di tirocinio e/o di stages (per un periodo fino tre mesi); queste ultime si svolgono presso le principali realtà imprenditoriali nel settore delle geotecnologie, convenzionate con l’Ateneo Roma Tre, e coprono tematiche di sviluppo e di ricerca applicata, nello spirito dell’inserimento dei giovani nel mondo del lavoro. All’interno della rete di aziende è possibile annoverare numerosi stakeholder, tra cui: OverIt, Esri, 3DTarget, Golder, Enav, Ecoview, Tecnostudi Ambiente, USpace.

La **Summer School** dipartimentale (riconoscibile per l’intitolazione “Visualizing”; per il 2022: “*Visualizing San Saba. Geotecnologie applicate ai beni culturali*”; per il 2023: “*Visualizing Terrae Caetani. Geotecnologie applicate alla valorizzazione e conservazione dei beni culturali*”) permettono ai partecipanti (in possesso di una Laurea triennale) di confrontarsi con: la costruzione di geodatabase, l’utilizzo di metodologie di rilevamento strumentale (GPS, TCA3D, ecc.) e lo sviluppo di modelli 3D, a partire da dati fotogrammetrici o da scansioni laser, gestibili in ambiente cloud e mobile.

Tutte le attività – ad esclusione di quelle di ricognizione esterna – si svolgono all’interno di spazi adeguatamente progettati e attrezzati per la sperimentazione didattica. Nello specifico il LabGeo è dotato di un’aula didattica con 21 computer; una cartoteca per la consultazione del ricco e pregevole corpus di carte (storiche, tematiche ed internazionali) ivi conservato, anch’essa dotata di postazioni pc (3); un’aula tecnica, destinata all’acquisizione ed elaborazione informatica di nuova cartografia, nonché alla restituzione 3D dei rilevamenti fotogrammetrici e da drone delle emergenze storico-archeologico-culturali e paesaggistiche, riferibili ad aree di interesse geografico coltivate in seno al Dipartimento di Studi Umanistici.

La pluriennale esperienza acquisita nell’organizzazione di mostre, di giornate di studio, di workshop e di seminari – tra cui il Seminario di studi storico-cartografici “Dalla mappa al GIS”, nel 2024 giunto alla sua sedicesima edizione – qualifica il Laboratorio come partner idoneo a svolgere un ruolo fondamentale nella promozione di eventi divulgativi e nella disseminazione degli sviluppi futuri del progetto DTECH, i cui risultati potranno essere ospitati anche all’interno della collana editoriale “Labgeo Caraci”.

I ricercatori ENEA della divisione ICT possono fornire gratuitamente all'interno di Master, Summer school, Workshop, tirocini per tesi triennali/magistrali e attività di dottorato, competenze e conoscenze in merito all'acquisizione e al processamento dei dati e di utilizzo di calcolo ad alte prestazioni.