

Verso la creazione di un Ecosistema digitale nazionale per la Cultura

«DigItalia» 2-2024
DOI: 10.36181/digitalia-00101

Margherita Bartoli — Luigi Cerullo — Lina Antonietta Coppola — Costantino Landino — Antonio Davide Madonna — Antonella Negri — Giovanni Pescarmona — Chiara Fauda Pichet

Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale – Digital Library (ICDP)

Margherita Porena — Valentina Rossetti

Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale – Digital Library (ICDP) – Università degli Studi di Bologna

L'articolo esplora la visione e gli obiettivi dell'Ecosistema digitale nazionale per la cultura, un progetto ambizioso sviluppato nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) per trasformare il patrimonio culturale italiano attraverso il digitale. Al centro di questa iniziativa vi è l'infrastruttura tecnologica che interconnette istituzioni e sistemi, creando un ambiente dinamico e interattivo in grado di valorizzare il patrimonio culturale come risorsa pubblica. L'ecosistema ridefinisce la catena del valore, favorendo l'accesso, la conservazione e il riuso dei dati culturali, grazie a una governance multilivello che integra strumenti innovativi come l'intelligenza artificiale e le piattaforme di co-creazione.

Concepito per rispondere a sfide strutturali come il divario digitale e la frammentazione dei progetti di digitalizzazione, il modello si articola in quattro ambienti digitali interconnessi: la piattaforma per la digitalizzazione (D.PaC), l'infrastruttura per la gestione dei dati (I.PaC), il laboratorio per lo sviluppo di prodotti basati sui dati (DPaaS) e il portale per l'accesso pubblico e la co-creazione. Grazie a questo approccio, l'Ecosistema non solo incrementa la competitività del settore culturale, ma amplia anche l'accessibilità del patrimonio a diversi segmenti di pubblico, incentivando la partecipazione attiva e stimolando il mercato culturale.

Il contributo offre, pertanto, una visione strategica e operativa di come il patrimonio culturale possa evolvere in un ecosistema integrato, innovativo e sostenibile, trasformandosi in un elemento chiave per lo sviluppo sociale ed economico del Paese.

1. Contesto storico e progettuale di riferimento

1.1 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e l'Investimento M1C3 1.1

All'interno del programma Next Generation EU¹, lo strumento introdotto dall'Unione Europea per la ripresa economica dei Paesi membri, il Governo italiano ha predisposto il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)², che definisce per il periodo 2021-2026 un insieme coerente di riforme e investimenti, articolati in sei *Missioni* e sedici *Componenti*, finalizzate alla modernizzazione del Paese.

Tra gli obiettivi principali, c'è quello di tracciare un percorso per una Nazione più innovativa e digitalizzata, in cui le differenze dei contesti territoriali vengano messi in relazione e valorizzati attraverso l'individuazione di processi in grado di generare valore.

¹ Link al sito web del programma europeo: <https://next-generation-eu.europa.eu/index_it>.

² Link al sito web del PNRR: <<https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-ng/it/it/home.html>>.

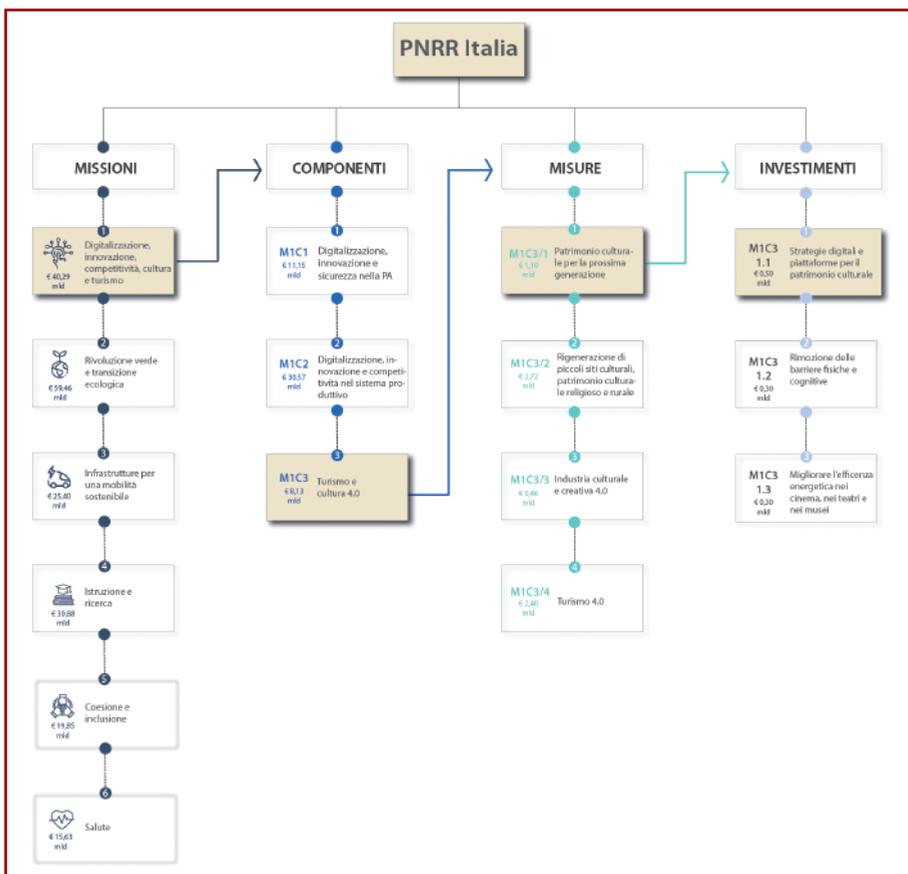


Figura 1. Contesto di riferimento dell'Investimento M1C3 1.1 "Strategie e piattaforme digitali per il patrimonio culturale"

Le linee di azione del PNRR destinate alla Cultura si delineano nell'ambito della *Missione 1* "Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo", *Componente 3* "Turismo e Cultura 4.0"³, e prevedono numerosi interventi volti a sostenere e rilanciare i settori del turismo e della cultura e a digitalizzare il patrimonio culturale, attraverso lo sviluppo sia di banche dati sia di collezioni digitali (Fig. 1).

In particolare, all'interno dell'investimento M1C3, sono previste quattro misure di intervento. In conformità con gli obiettivi e i principi trasversali del PNRR e in linea con il "Quadro di azione europeo del patrimonio culturale"⁴, tali misure si basano su un modello di *governance* multilivello coordinato centralmente dal Ministero dell'Economia e delle Finanze.

In questo scenario l'Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale – Digital Library (di seguito *Digital Library*) opera all'interno della *Misura 1* "Patrimonio culturale per la prossima generazione", con l'obiettivo di creare un patrimonio culturale digitale favorendo la fruizione delle informazioni e lo sviluppo di nuovi servizi, ed è il soggetto delegato al coordinamento dell'Investimento 1.1 "Strategie e piattaforme digitali per il patrimonio culturale".

³ Link al sito web del PNRR Cultura: <<https://pnrr.cultura.gov.it/>>.

⁴ Si veda il *Quadro d'azione europeo sul patrimonio culturale*: <<https://data.europa.eu/doi/10.2766/622226>>.

A sua volta, l'investimento M1C3 1.1 si articola in dodici sub-investimenti che hanno l'obiettivo di migliorare la gestione dei beni conservati, ridisegnare le modalità di accesso e interazione con il patrimonio culturale, accrescere le competenze e le capacità degli operatori e sviluppare nuovi modelli di creazione del valore in una logica di ecosistema.

Tali sub-investimenti, tra loro autonomi ma interrelati in una dimensione di processo, sono finalizzati a creare quattro diversi ambiti di servizio (Fig. 2):

SERVIZI ABILITANTI	SERVIZI PER LA PRODUZIONE	SERVIZI PER LA GESTIONE E CONSERVAZIONE DOCUMENTALE	SERVIZI DI ACCESSO
1.1.1_Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale	1.1.5_Digitalizzazione del patrimonio culturale	1.1.8_Polo di conservazione digitale	1.1.10_Piattaforma di accesso integrato
1.1.2_Sistema di certificazione dell'identità digitale dei beni culturali	1.1.6_Formazione e aggiornamento delle competenze	1.1.9_Portale dei procedimenti e dei servizi al Cittadino	1.1.11_Piattaforma di co-creazione e crowdsourcing
1.1.3_Infrastruttura cloud	1.1.7_Supporto operativo		1.1.12_Piattaforma dei servizi digitali per sviluppatori e imprese
1.1.4_Infrastruttura software del patrimonio culturale			

Figura 2. Investimento M1C3 1.1 "Strategie e piattaforme digitali per il patrimonio culturale": i servizi abilitati dai dodici sub-investimenti

- *servizi abilitanti*, che hanno l'obiettivo di sviluppare, a partire da una visione strategica che delinea la cornice operativa di riferimento, un'infrastruttura nazionale per la gestione delle risorse digitali e per l'orchestrazione di servizi e procedure secondo un approccio Cloud;
- *servizi di produzione*, volti a organizzare, integrare e accrescere il patrimonio digitale prodotto da Istituzioni e luoghi della cultura, nonché a potenziare e accrescere le competenze e le capacità operative delle realtà che a vario titolo producono, gestiscono e valorizzano tale patrimonio;
- *servizi di conservazione*, che hanno l'obiettivo di sviluppare sistemi per la gestione e la conservazione a lungo termine dei documenti informatici e degli atti del Ministero, degli archivi digitalizzati e di quelli nativi digitali, nonché sistemi per la smaterializzazione dei procedimenti;
- *servizi di accesso*, finalizzati a creare servizi innovativi e piattaforme che permettono un accesso ampio e integrato al patrimonio culturale digitale, incentivando nuove forme di fruizione e co-creazione di contesti culturali.

Il disegno progettuale risultante dalla relazione dei dodici sub-investimenti costruisce le fondamenta del futuro Ecosistema digitale nazionale per la Cultura (Fig. 3)⁵.

Il motore tecnologico e centro dell'Ecosistema è l'infrastruttura software I.PaC, Infrastruttura e servizi digitali per il patrimonio culturale⁶ (sub-investimento 1.1.4). Le risorse digitali conservate nell'infrastruttura Cloud (sub-investimento 1.1.3) di I.PaC sono identificate in modo univoco grazie al sistema di identità digitale (sub-investimento 1.1.2). Tali risorse derivano sia dalle nuove campagne di digitalizzazione (sub-investimento 1.1.5), sia dal pregresso digitalizzato e conservato all'interno di sistemi terzi⁷, come ad esempio i cataloghi nazionali. Questa eterogeneità

⁵ I numeri identificano il relativo sub-investimento e non l'ordine di lettura. Si suggerisce una lettura dello schema dal basso verso l'alto.

⁶ In Cerullo — Negri (2023) l'infrastruttura è stata identificata con il nome ISPC (Infrastruttura software per il patrimonio culturale). Tale infrastruttura è stata in seguito rinominata ed oggi è univocamente identificata con il nome I.PaC (Infrastruttura e servizi digitali per il patrimonio culturale).

⁷ Per un approfondimento sui sistemi terzi si rimanda al paragrafo 6 di questo elaborato.

Per rispondere a questi bisogni e abbracciare la sfida del cambiamento, al fine di costruire un ecosistema condiviso e partecipato, è stato fondamentale comprendere la condizione di partenza circa il livello di maturità digitale degli archivi, delle biblioteche, dei musei e più in generale di tutte le istituzioni e luoghi della cultura sul territorio nazionale.

Incrociando i dati Istat¹⁰ con quelli derivati dalle diverse banche dati del Ministero¹¹, con i risultati emersi da indagini europee, come l'indice Desi 2021¹², e nazionali, come l'indagine promossa dalla Corte dei Conti sulla digitalizzazione del patrimonio culturale italiano¹³, è emerso uno scenario frammentato e acerbo, con un forte divario digitale tra i diversi soggetti sia in termini di infrastrutture sia in termini di competenze tecniche necessarie a gestire tale cambiamento. La maggior parte dei rispondenti ha dichiarato di non avere una propria strategia digitale e di non conoscere le fasi del ciclo di vita del dato e della corretta gestione di un progetto digitale. La fase di ascolto avviata con la redazione del PND, che ha coinvolto 20 soggetti tra Direzioni Generali, istituzioni, luoghi della cultura e fondazioni, con la relativa consultazione pubblica¹⁴ e con gli incontri di disseminazione sul territorio¹⁵, ha permesso di comprendere in modo più profondo le esigenze di questi attori e quali siano gli strumenti necessari per gestire il patrimonio culturale nell'ambiente digitale.

1.3 I driver per la gestione del cambiamento

Il processo di Governo Aperto descritto ha permesso di definire una metodologia di *change management*, necessaria per accompagnare e indirizzare il cambiamento, che si basa su quattro pilastri cardine: le persone, i processi, le piattaforme, gli spazi e i luoghi. La digitalizzazione porta con sé una riorganizzazione dei tempi, dei modi in cui si lavora, di come le persone collaborano tra loro, e proprio le persone sono chiamate ad applicare tale cambiamento. Per farlo, devono condividere la sfida in uno scenario in cui sono studiati e trasformati i processi cardine, a loro volta supportati da adeguati strumenti e tecnologie innovative che permettono di ripensare non solo gli spazi e i luoghi di lavoro, ma soprattutto quelli della fruizione culturale, che sarà sempre più caratterizzata dalla disponibilità di servizi a valore aggiunto. Questi driver hanno consentito di progettare sui bisogni degli utenti i quattro ambienti fondanti dell'Ecosistema digitale nazionale per la cultura: D.PaC, che permette di governare il processo di digitalizzazione; I.PaC, quale spazio e luogo abilitante di gestione e arricchimento del patrimonio culturale digitale; DPaaS, per sviluppare servizi a valore aggiunto; la Piattaforma di accesso e co-creazione, per accedere e fruire di nuovi paradigmi culturali generati dall'interazione delle persone con il dato digitale, quali co-creatori di scenari di valorizzazione.

¹⁰ Per consultare i censimenti Istat:

<<https://www.istat.it/statistiche-per-temi/societa-e-istituzioni/cultura-comunicazione-viaggi/?dati>>.

¹¹ È possibile consultare le diverse fonti del MiC suddivise per settore: DB Unico dei luoghi della cultura (<<https://dati.beniculturali.it/lodview/resource/datasetLuoghiDellaCultura.html>>); SAN – Sistema archivistico nazionale (<<http://san.beniculturali.it/web/san/ricerca-negliarchivi>>); ICCU – Istituto centrale per il catalogo unico, Anagrafe delle biblioteche italiane (<<https://anagrafe.iccu.sbn.it/it/statistiche/statisticheal-31-12-2023/>>).

¹² The Digital Economy and Society Index (DESI) del 2021:

<<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2021>>.

¹³ Link al sito web che rimanda alla relativa indagine:

<<https://www.corteconti.it/HOME/Documenti/DettaglioDocumenti?Id=2565b05e-1426-4258-9965-54c764788b2d>>.

¹⁴ Sul processo di consultazione pubblica:

<<https://partecipa.gov.it/processes/piano-nazionale-digitalizzazione-patrimonio-culturale>>.

¹⁵ Per approfondimenti consultare la categoria “Il PND in viaggio” sul sito web della Digital Library:

<<https://digitallibrary.cultura.gov.it/notizie/il-pnd-in-viaggio-dialoghi-con-i-luoghi-del-patrimonio-2/>>.

2. L'ecosistema digitale nazionale per la cultura

2.1 Caratteristiche dell'ecosistema

L'Ecosistema digitale nazionale per la Cultura è lo spazio in cui si riscrive la catena del valore, a beneficio dei soggetti aderenti, e si incoraggia il ripensamento dei modelli organizzativi. È un universo dinamico in cui sono delineati i processi e sono disponibili strumenti, tecnologie e servizi che permettono a ciascun soggetto aderente di proseguire il proprio percorso di trasformazione digitale all'interno di un contesto che lo rende, concretamente, possibile. Il perno dell'ecosistema è il dato, la risorsa digitale del patrimonio culturale, che viene gestito in tutta la sua filiera di valore: dai modelli conosciuti come *Data as a Product*, *Data as a Service*, *Data as a Knowledge* alla *Knowledge as a service*, in cui l'approccio al dato come prodotto arriva a generare nuova conoscenza, dalla quale è possibile costruire servizi a valore aggiunto. Questa comprensione profonda della filiera del valore stimola la consapevolezza critica e la cultura del dato, guidando le amministrazioni verso decisioni strategiche che si fondano sulla capacità di sfruttare nel miglior modo possibile l'enorme mole informativa che ogni giorno viene generata. Gli ambienti che lo caratterizzano favoriscono l'interdipendenza tra portali e sistemi terzi, l'interoperabilità tra dati eterogenei per formato, dominio di conoscenza, tipologia, favoriscono l'accesso alle risorse quale patrimonio culturale digitale; ma al contempo sono anche il luogo in cui la domanda culturale si incontra con l'offerta, e in cui i soggetti aderenti possono esprimere i bisogni ai quali, in un percorso ciclico di rinnovamento costante, l'ecosistema cercherà di rispondere.

2.2 Le persone dell'ecosistema e la co-specializzazione

A muovere gli ingranaggi dell'ecosistema sono le *persone*, coloro che usano gli strumenti, le tecnologie, i servizi e i processi sviluppati in ogni ambiente secondo una logica di prodotto. È possibile distinguere le persone in due macro-categorie di utenti (Fig. 4): gli attori dell'ecosistema, ovvero chi opera *con e/o sul* dato; i destinatari dell'ecosistema, chi consuma il dato.

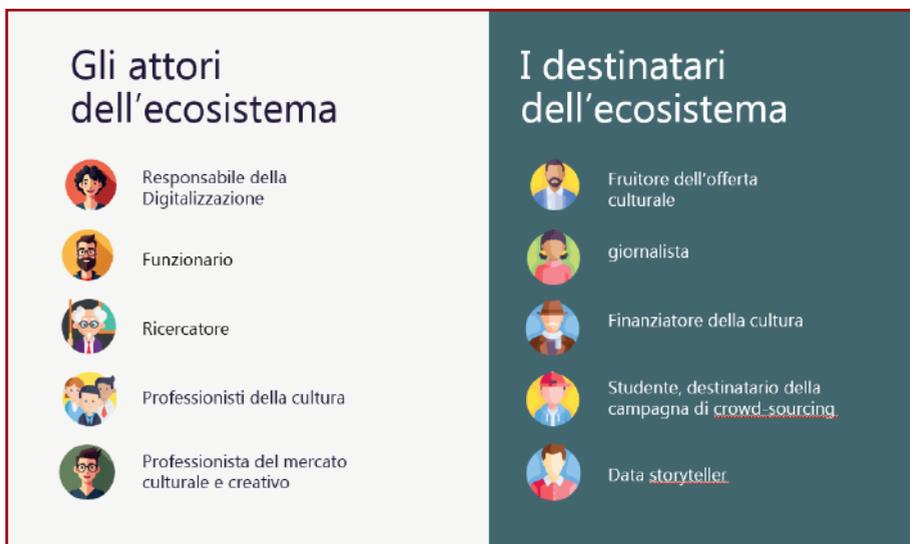


Figura 4. L'immagine mostra degli esempi delle "persone" che ruotano attorno all'Ecosistema digitale nazionale per la Cultura

In particolare, gli attori dell'ecosistema operano *con e/o sul* dato non solo in ottica di uso e riuso dell'informazione con diverse finalità (come ad esempio gestione, studio e ricerca, valorizzazione), ma sono anche coloro che co-progettano l'ecosistema in uno scenario di co-specializzazione la cui regia è affidata alla *Digital Library*. Grazie all'esperienza e alla profonda conoscenza di dominio di questi attori, è infatti possibile allenare gli algoritmi e sviluppare strumenti e tecnologie performanti, in grado di rispondere alle aspettative. Tale modello organizzativo introduce strutture e logiche di collaborazione tra gli *stakeholder* dell'ecosistema¹⁶, in cui organizzazioni diverse integrano le competenze in modo sinergico per generare innovazioni e soluzioni ad alto valore aggiunto.

2.3 Gli ambienti dell'ecosistema e i benefici per i sistemi aderenti

Gli ambienti che caratterizzano l'ecosistema sono quattro (Fig. 5):

- D.PaC, *Digitalizzazione del patrimonio culturale*, è una piattaforma software modulare progettata per gestire il ciclo di vita di un cantiere di digitalizzazione. È pensato come strumento per la pianificazione, la gestione e il monitoraggio delle risorse digitalizzate ed è destinato a qualunque soggetto, pubblico o privato, che deve avviare una campagna di digitalizzazione del patrimonio culturale;

- I.PaC, *Infrastruttura e servizi digitali per il patrimonio culturale*, è lo spazio dati nazionale progettato per archiviare, gestire ed arricchire il patrimonio culturale digitale. È il motore tecnologico dell'ecosistema e offre servizi *machine-to-machine*, che permettono ai sistemi di dialogare tra loro senza l'intervento dell'utente. È destinato a chi produce, gestisce, conserva e/o espone i dati del patrimonio culturale;

- DPaaS, *Data Product as a service*, è una piattaforma laboratorio che offre alle imprese sia un ambiente di sviluppo, sia servizi tecnologici innovativi per creare in modo semplice e scalabile

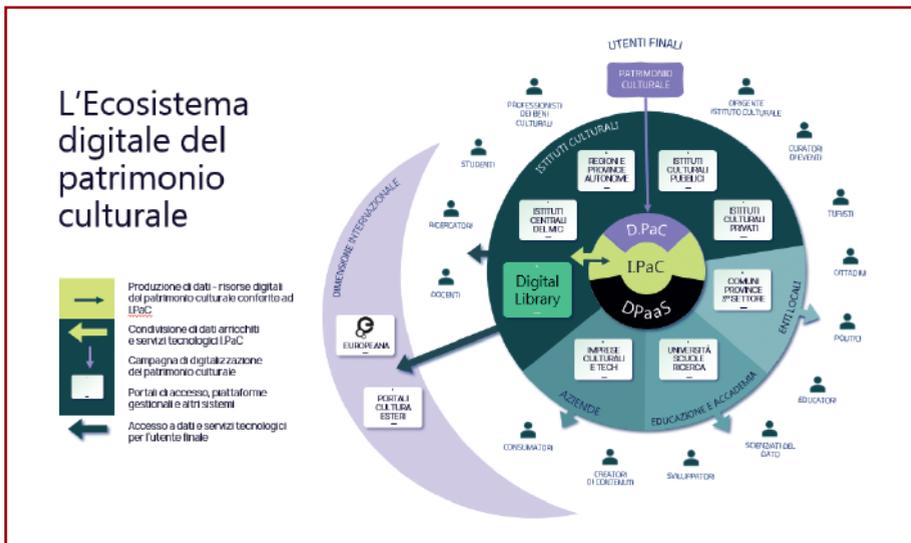


Figura 5. L'immagine evidenzia come gli ambienti dell'ecosistema dialogano tra loro

¹⁶ Gli *stakeholder* dell'ecosistema possono essere, ad esempio, gli Istituti centrali del Ministero della Cultura, le Regioni e Province Autonome, enti locali e del terzo settore, università e centri di ricerca, operatori della filiera culturale e creativa.

dei *data product*, ovvero prodotti innovativi basati sui dati che rispondono a bisogni specifici, come ad esempio quelli di analisi, conservazione, valorizzazione. È destinato a chi sviluppa tecnologie in grado di potenziare l'offerta culturale;

- Piattaforma di accesso e co-creazione, che espone il patrimonio culturale digitale, ricostruisce i contesti culturali, sviluppa percorsi tematici e offre funzioni per la co-creazione di nuovi contenuti. È destinato a chi fruisce dell'offerta culturale.

La cooperazione tra gli ambienti dell'ecosistema è regolata da I.PaC, che costituisce il cuore funzionale dell'ecosistema. I.PaC, infatti, ospita i dati provenienti sia dalle nuove campagne di digitalizzazione, inviati tramite D.PaC, sia quelli derivati da digitalizzazioni pregresse e conservati, gestiti ed esposti tramite sistemi terzi. Quest'ultimi possono aderire a I.PaC sfruttando non solo le funzioni di *storage*, ma anche i servizi che permettono di arricchire i dati. Grazie a un ampio e strutturato catalogo dei servizi, che va dalla gestione e processamento della risorsa digitale sino all'arricchimento semantico con le tecnologie di intelligenza artificiale o mediante i grafi di dominio e cross-dominio, I.PaC è in grado di esporre dati arricchiti sia verso i sistemi terzi, sia verso la piattaforma di accesso e co-creazione. Questi ambienti, in prospettiva, andranno ad alimentare le banche dati europee promuovendo l'interoperabilità tra i sistemi. Sarà sempre I.PaC ad alimentare l'*ambiente-laboratorio* DPaaS, permettendo ai professionisti dell'industria culturale e creativa di sviluppare ulteriori servizi di consumo a valore aggiunto.

I quattro ambienti dell'ecosistema offrono strumenti, tecnologie, processi e servizi che permettono di rispondere ai bisogni che possono emergere in ogni fase del ciclo di vita di un progetto digitale (Fig. 6), costituendo il supporto operativo e funzionale per i soggetti che aderiranno all'Ecosistema digitale nazionale per la Cultura.



Figura 6. L'immagine raffigura come gli ambienti dell'Ecosistema possono essere usati all'interno del ciclo di vita di un progetto digitale

3. D.PaC: la piattaforma per la digitalizzazione del patrimonio culturale

3.1 Introduzione e caratteristiche principali

D.PaC (Digitalizzazione del patrimonio culturale) è una piattaforma software modulare che consente la pianificazione, la gestione e il monitoraggio delle campagne di digitalizzazione del patrimonio culturale. D.PaC offre una serie di servizi complementari, come soluzioni cloud per il trasferimento degli oggetti digitali, specifici tool per la pianificazione e il monitoraggio delle attività, nonché strumenti per la validazione della qualità dei prodotti da digitalizzazione.

D.PaC non costituisce dunque un portale di accesso per la visualizzazione delle risorse digitali, né un ambiente di editing degli asset: è, invece, lo strumento principale per il conferimento di risorse digitali e descrizioni verso l'Ecosistema, nonché ambiente di lavoro condiviso per tutti i soggetti che collaborano nell'ambito di un cantiere di acquisizione digitale di beni culturali.

La piattaforma, lanciata a luglio del 2023, è stata ideata in risposta alla pressante necessità di supportare le numerose procedure di acquisizione digitale del patrimonio culturale promosse dal Ministero della Cultura nell'ambito del PNRR (sub-investimento M1C3 1.1.5 Digitalizzazione del patrimonio culturale), contribuendo così al raggiungimento dei target previsti dal progetto. La piattaforma, resa disponibile per oltre 500 cantieri di digitalizzazione distribuiti su tutto il territorio nazionale, rappresenta quindi una soluzione innovativa alle sfide di natura amministrativa, gestionale e tecnologica poste da progetti di scala nazionale, rispondendo una serie di bisogni complessi:

- gestione strutturata delle attività di digitalizzazione: D.PaC offre strumenti avanzati per la gestione le campagne di digitalizzazione secondo un workflow definito, agevolando il coordinamento tra i diversi attori coinvolti;
- monitoraggio e controllo centralizzato: attraverso un sistema di business intelligence e dashboard, D.PaC consente un monitoraggio continuo delle attività e il tracciamento in tempo reale dello stato dei progetti a livello procedurale, fisico e finanziario;
- supporto alla qualità: la piattaforma include strumenti per il controllo della qualità delle risorse digitali e delle descrizioni prodotte. L'integrazione di algoritmi di machine learning consente di automatizzare parte di questi controlli, riducendo i tempi e migliorando l'accuratezza delle verifiche.

3.2 Moduli della piattaforma

Sul piano tecnico, D.PaC si configura come una piattaforma *multi-tenant* in modalità cloud SaaS (*Software as a Service*), permettendo agli utenti abilitati di accedervi da remoto e in qualsiasi momento tramite un browser web e connessione internet. Questa soluzione tecnologica è costruita attorno a sette moduli operativi che possono essere combinati e configurati a seconda delle specifiche esigenze dei singoli cantieri di digitalizzazione. Si fornisce di seguito una panoramica dei moduli di D.PaC e delle loro principali funzioni (Fig. 7).

	Pianificazione	Definisce il piano di lavoro per mezzo di specifici deliverable documentali (GANTT e <u>Workplan</u> di cantiere)
	Gestione documentale	Genera e conserva la documentazione rilevante per le attività di cantiere. È composto da due sezioni: l'area <u>templates</u> , che semplifica la creazione di documenti standardizzati, e un <u>repository</u> , che archivia e <u>versiona</u> nel tempo tutti i documenti prodotti
	Descrittivo	Consente la catalogazione e la descrizione dei beni culturali digitalizzati secondo gli standard definiti dagli Istituti centrali del MiC (ICAR, ICCD, ICCU, ICBSA) per i diversi domini della conoscenza (Archivistico, ABAP, Bibliografico, ecc.)
	Upload	Erogato per mezzo di uno specifico <u>client software</u> , consente il caricamento dei pacchetti di contenuto (contenenti risorse digitali e descrizioni) nel <u>Datalake</u> di I.PaC
	Collaudo	Integra algoritmi di <u>machine learning</u> per la verifica automatizzata della qualità delle risorse digitali e descrizioni, garantendo che i prodotti della digitalizzazione rispettino i requisiti di qualità definiti per ciascun progetto. Consente altresì il controllo manuale da parte dei Business Managers. Comprende diverse procedure e controlli automatici (<u>unpack</u> , <u>antivirus</u> , <u>verifica metadati METS</u> ecc.)
	Business Intelligence (BI)	Offre <u>dashboard</u> dettagliate e panoramiche in tempo reale dell'avanzamento fisico, procedurale e finanziario dei cantieri. La BI consente ai responsabili di progetto di prendere decisioni informate e di intervenire rapidamente in caso di criticità
	OdA	Consente la compilazione degli Ordini di Acquisto (OdA) connessi ai contratti esecutivi per la digitalizzazione
	Formazione	Offre materiali didattici, corsi di formazione e test per il rilascio di certificati che attestano le competenze acquisite

Figura 7. Moduli della piattaforma D.PaC

3.3 Modello operativo di gestione, monitoraggio e controllo

D.PaC si configura come un motore di *workflow management* basato su uno specifico modello operativo, implementato dalla *Digital Library* per la gestione dei cantieri di digitalizzazione come buona pratica. Basato sulla metodologia PM², sviluppata dalla Commissione Europea per la gestione di progetti complessi, il modello assicura un controllo rigoroso e una governance strutturata dei processi di digitalizzazione¹⁷.

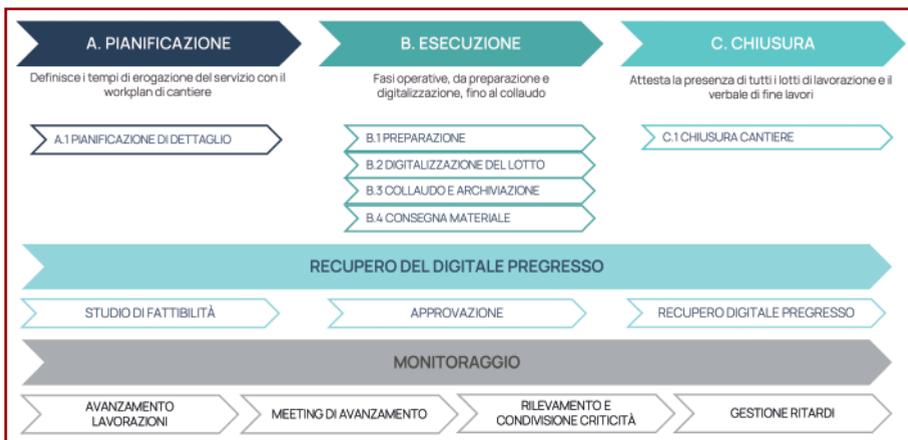


Figura 8. D.PaC - Fasi fondamentali di un progetto di digitalizzazione

¹⁷ https://pm2.europa.eu/index_en.

Per la gestione di questi processi, il modello operativo implementato individua sette ruoli chiave che costituiscono la squadra operativa essenziale di ogni cantiere di digitalizzazione. A ciascuno di questi ruoli corrisponde una precisa sfera di operatività all'interno della piattaforma. I diversi ruoli sono articolati gerarchicamente in tre distinti livelli (Direzione, Governance, Operativo) e possono afferire ai tre principali soggetti coinvolti nel governo di un progetto di digitalizzazione (l'Amministrazione, cioè il committente, il Soggetto destinatario – o Attrattore – che conserva i beni da digitalizzare, e l'Operatore economico che esegue le attività di digitalizzazione).

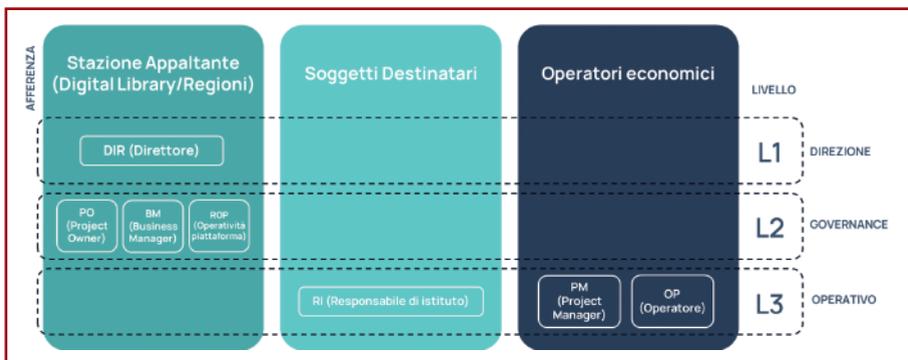


Figura 9. D.PaC - Matrice livello/afferenza dei diversi ruoli individuati dal Modello operativo PM2 implementato da D.PaC

3.4 Gli sviluppi futuri della piattaforma

Attualmente, la piattaforma D.PaC è disponibile gratuitamente per tutti i soggetti coinvolti nelle campagne di digitalizzazione afferenti al sub-investimento M1C3 1.1.5 del PNRR, sia per la quota di competenza statale sia per la quota di competenza delle Regioni e Province Autonome. Futuri rilasci dell'applicativo prevederanno l'apertura verso una gamma più ampia di attori, inclusi enti conservatori privati, istituti culturali esterni al MiC, Università e organizzazioni di ricerca ecc. Le funzionalità di D.PaC saranno dunque messe a disposizione, potenzialmente, di una gamma molto più vasta di progetti di digitalizzazione di diversa afferenza, valorizzando l'elemento più distintivo della piattaforma, ovvero l'integrazione all'interno di un unico prodotto software dei servizi di pianificazione, gestione e controllo di qualità per la digitalizzazione del patrimonio culturale.

4. I.PaC: l'infrastruttura avanzata per la gestione del patrimonio culturale digitale italiano

I.PaC (Infrastruttura e Servizi per il Patrimonio Culturale) rappresenta un'importante innovazione nella gestione e valorizzazione del patrimonio culturale digitale italiano e si configura come la prima infrastruttura nazionale interamente dedicata alla gestione integrata del patrimonio culturale digitale, combinando tecnologie avanzate, tra cui algoritmi di intelligenza artificiale, con un'architettura modulare, flessibile e sicura.

Non si tratta solo di uno spazio per l'archiviazione dei dati, ma di un vero motore che alimenta un ecosistema culturale complesso, mirato a supportare la conservazione, l'arricchimento, la fruizione e il riuso delle risorse culturali. I.PaC non solo preserva, ma trasforma il patrimonio culturale in un'opportunità dinamica per lo sviluppo, la condivisione e riuso della conoscenza.

4.1 Architettura e funzionalità di I.PaC

I.PaC è una vera e propria “cassetta degli attrezzi” messa a disposizione dei sistemi, che vedono potenziate le funzionalità offerte al proprio pubblico e agli operatori che vi lavorano grazie all’utilizzo dei servizi esposti da questa infrastruttura. Fornisce, infatti, servizi avanzati per l’integrazione e l’arricchimento del patrimonio culturale, migliorando la relazione tra i dati, la valorizzazione e il loro riuso anche in contesti molto diversi da quelli di partenza, sempre nel rispetto dei livelli di riservatezza stabiliti da chi ne detiene la responsabilità. L’obiettivo, pertanto, non è sostituire i sistemi di produzione del dato, ma potenziarli, favorendo l’interoperabilità e l’integrazione delle risorse senza interferire con i flussi operativi già in atto o la gestione del ciclo di vita dei dati descrittivi, che rimane di competenza dei sistemi di origine che scelgono di cooperare con I.PaC.

Il catalogo dei servizi di I.PaC è accessibile tramite API¹⁸, disponibili sia su piattaforma PDND¹⁹ sia attraverso il proprio API Gateway, le quali promuovono una vera e propria API Economy, facilitando lo scambio di dati tra enti eterogenei e creando nuove opportunità di riutilizzo (Fig. 10).

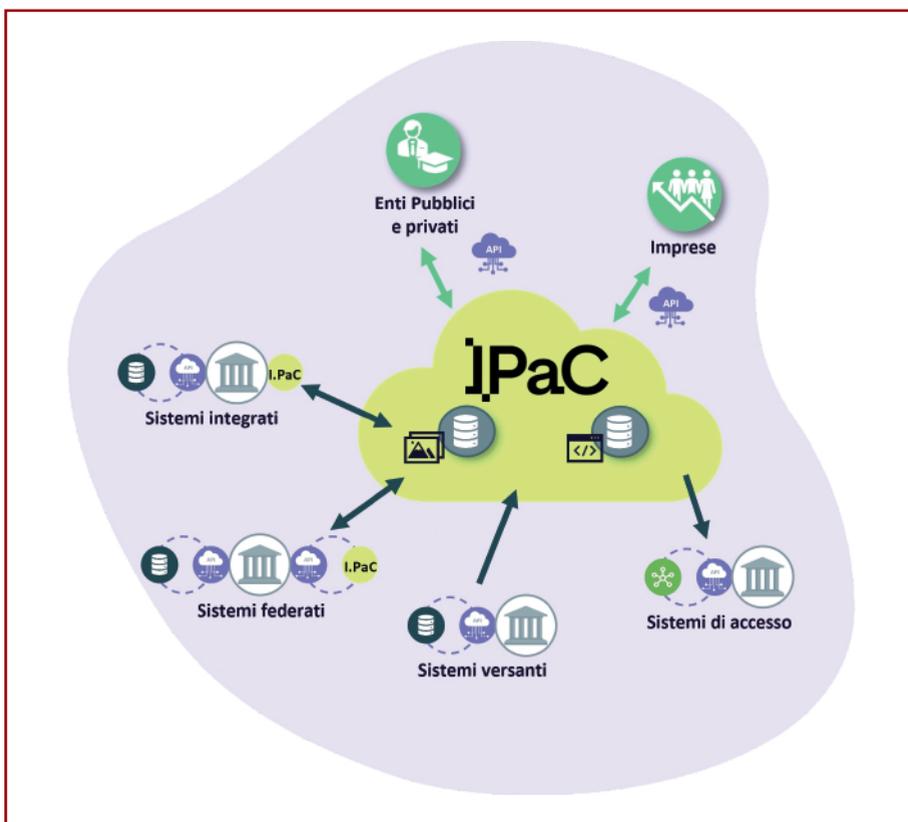


Figura 10. Modalità di cooperazione con I.PaC

¹⁸ Un’API (Application Programming Interface) è un insieme di regole e protocolli che permette a diverse applicazioni software di comunicare tra loro. Funziona come un intermediario che consente a programmi distinti di scambiarsi dati e comandi, facilitando l’integrazione di funzionalità tra sistemi diversi

¹⁹ <https://www.interop.pagopa.it/catalogo/?name=i.pac&pageNum=1>.

Anche attraverso l'applicazione di algoritmi di Intelligenza Artificiale (AI), questa infrastruttura è in grado di estrarre informazioni da dati non strutturati, compresi i media, individuando connessioni semantiche tra i beni culturali e migliorando l'accessibilità e la fruizione del patrimonio. Inoltre, attraverso una modellazione della conoscenza che integra i diversi domini culturali, I.PaC consente di generare relazioni inedite tra i dati, creando connessioni trasversali e riconciliando o clusterizzando le entità al fine di permettere la generazione di punti di accesso unici che migliorano significativamente la navigazione del patrimonio culturale integrato e favoriscono l'emergere di nuove relazioni e prospettive.

I.PaC è pertanto un'infrastruttura concepita per operare dietro le quinte dei sistemi culturali, fungendo da potenziatore di funzionalità attraverso i suoi servizi di gestione del patrimonio. Progettata per il contesto di comunicazione macchina-macchina (M2M), I.PaC non interagisce direttamente con gli operatori, ma opera sempre attraverso sistemi terzi che integrano le sue API. Un'eccezione a questo modello è rappresentata dai widget messi a disposizione da I.PaC come Teca Multimediale, uno strumento che utilizza le API di gestione delle risorse digitali, che fungono da facilitatori per l'integrazione dei servizi e consentono anche forme ibride di utilizzo. In questi casi, i sistemi, in linea con una concezione di estrema flessibilità e personalizzazione delle forme di cooperazione, possono alternare l'uso delle interfacce predefinite (*single page applications*) con l'integrazione diretta delle API esposte, garantendo così una maggiore adattabilità ai processi interni al Sistema aderente.

4.2 Modelli di adesione flessibili

La scelta del modello di cooperazione con I.PaC da parte degli enti che decidono di potenziare i propri sistemi attraverso l'utilizzo dei servizi offerti dall'infrastruttura si basa su modelli di adesione flessibili, che gli consentono di scegliere il livello più adatto alle proprie esigenze operative, obiettivi e strategie. La cooperazione più forte è rappresentata dall'*integrazione*: in questo caso, i sistemi conferiscono a I.PaC sia copia dei metadati descrittivi sia i master delle risorse digitali (media), delegando all'infrastruttura la gestione completa del ciclo di vita di quest'ultime, ma mantenendo il completo controllo sui *workflow* relativi alle descrizioni.

La seconda modalità di adesione è rappresentata dalla *federazione*. In questo modello, le risorse digitali rimangono nei sistemi di origine degli enti, mentre vengono condivise con I.PaC solo le copie dei dati descrittivi, ai quali le risorse vengono comunque referenziate. Gli enti che scelgono di federarsi si impegnano a garantire la disponibilità continua delle risorse digitali tramite protocolli standard, come IIIF, assicurandone la persistenza e raggiungibilità nel tempo. Questo approccio favorisce un modello di interoperabilità tra sistemi, preservando al contempo la titolarità e il controllo autonomo delle risorse da parte degli enti che hanno già investito in questo ambito.

La modalità di cooperazione come "*Sistema Versante*" risponde alle esigenze di enti che non desiderano far cooperare un sistema con I.PaC (sia perché troppo oneroso in termini di adeguamenti, sia perché non intendono operare sui propri dati) e che decidono di conferire *una tantum* sia i dati descrittivi sia le risorse digitali all'infrastruttura. Questo modello consente agli enti di contribuire al patrimonio condiviso e, soprattutto, di beneficiare delle relazioni che l'integrazione dei propri dati all'interno di I.PaC permette, nonché di tutte le funzionalità offerte dalla piattaforma per l'estrazione di patrimonio informativo dai dati non strutturati, migliorandone la navigazione e l'interazione con il patrimonio nazionale.

Indipendentemente dalla modalità di adesione scelta per il proprio sistema, gli enti avranno sempre la possibilità di accedere ai dati conferiti e alle relazioni che questi stabiliscono con il resto del

patrimonio culturale, nel rispetto delle condizioni di riservatezza e protezione definite dal responsabile del dato. L'accesso potrà essere effettuato sia direttamente tramite il sistema aderente sia attraverso i *Sistemi di Accesso*, che utilizzano I.PaC per consultare i dati collegati e le risorse presenti nella piattaforma, principalmente a scopo di consultazione, valorizzazione e riuso del patrimonio culturale. Questo modello non prevede un conferimento attivo delle risorse, ma consente un accesso al patrimonio culturale adattandolo alle specifiche necessità degli enti (Fig. 11).

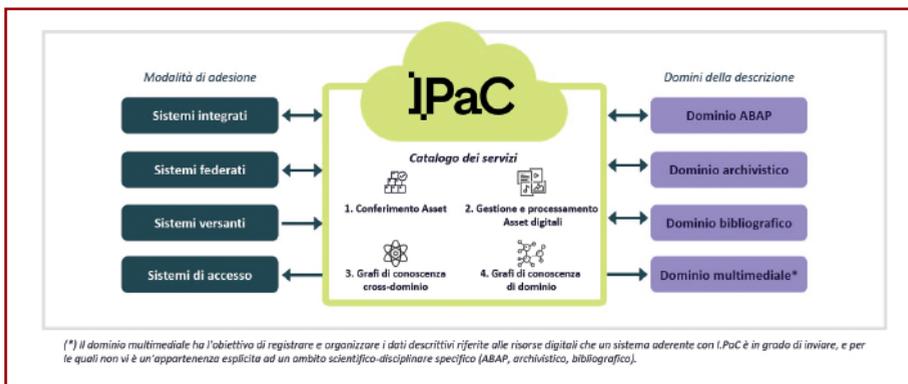


Figura 11. Il dialogo con I.PaC

4.3 Catalogo di servizi e Macroaree funzionali

Come già accennato, I.PaC rappresenta il nucleo centrale dell'Ecosistema digitale nazionale per la Cultura e offre un ampio catalogo di servizi, organizzato in quattro macroaree funzionali, ciascuna delle quali risponde a specifiche esigenze nella gestione del patrimonio culturale.

La prima macroarea è dedicata al conferimento dei dati descrittivi e delle risorse digitali in I.PaC (*Conferimento asset*). I sistemi hanno la possibilità di inviare asset di diversa natura all'infrastruttura, sia in modalità massiva che puntuale. I servizi di conferimento possono essere attivati tramite API o attraverso il widget *Teca Multimediale*, a seconda della modalità di cooperazione scelta e del tipo di contenuto da trasferire, che può includere descrizioni, media con metadati o singoli oggetti digitali. Questa flessibilità consente di adattare il processo di conferimento alle esigenze operative e tecniche dei diversi enti e sistemi aderenti, garantendo un'interoperabilità e una cooperazione efficaci.

- *Ingestion massiva di uno o più pacchetti di contenuto* (cartella compressa contenente dati descrittivi e/o risorse digitali con i relativi metadati di accompagnamento): il servizio è stato progettato per gestire l'invio di uno o più pacchetti di contenuto e consente ai sistemi di produzione del dato di trasferire pacchetti strutturati secondo formati standard nazionali, documentati e riconosciuti dalla piattaforma I.PaC. L'efficienza e la scalabilità offerte da questo servizio sono fondamentali per la gestione di grandi volumi di dati in modo strutturato e conforme agli standard nazionali, contribuendo a garantire una infrastruttura interoperabile e sostenibile;

- *Conferimento puntuale di una risorsa digitale*: questo servizio consente ai sistemi integrati di caricare singolarmente una risorsa digitale, utilizzando sia le API sia il widget *Teca Multimediale* messo a disposizione da I.PaC, che integra già le funzionalità di upload. Tramite *Teca Multimediale* o direttamente tramite API, gli enti culturali possono conferire le risorse digitali in modalità puntuale all'interno dell'infrastruttura, avendo la possibilità di descriverle contestualmente richiamando specifici servizi.

La seconda macroarea è dedicata alla *Gestione e Processamento Asset Digitali*, che rappresenta il cuore della gestione, valorizzazione e fruizione delle risorse digitali. Questa macroarea comprende vari strumenti e servizi suddivisi come segue:

- *Digital Asset Management (DAM)*: il servizio fornisce ai sistemi integrati le funzionalità necessarie per gestire i dati digitali all'interno della propria area di pertinenza (detta *Tenant*). Questo strumento è fondamentale per mantenere un'organizzazione efficace delle risorse digitali, facilitando la gestione, l'accesso e il recupero dei contenuti, garantendo al contempo la sicurezza e la protezione dei dati;
- *Content Processing*: il servizio consente ai sistemi integrati di avviare automaticamente i processi di trasformazione dei dati originali per la creazione di derivati utili per la fruizione anche in contesti web. Tale trasformazione assicura una maggiore accessibilità e facilità di distribuzione dei contenuti digitali agli utenti finali, migliorando l'usabilità delle risorse culturali;
- *Content Processing Avanzato*: il servizio offre funzionalità avanzate di elaborazione basate anche sull'Intelligenza Artificiale, inclusa quella generativa, consentendo la creazione di nuovi oggetti e media digitali e/o l'estrazione di informazioni rilevanti da quelli esistenti. Queste funzionalità sono disponibili sia attraverso *pipeline* preconfigurate, sia come primitive utilizzabili singolarmente o in combinazione, secondo logiche specifiche e parametri predefiniti, al fine di offrire servizi personalizzati ad alto valore aggiunto e favorendo una gestione flessibile e adattabile alle esigenze degli enti culturali;
- *Media Player*: il servizio consente agli sviluppatori di integrare strumenti per la riproduzione di contenuti digitali, utilizzando standard internazionali, come IIF. Questo facilita l'interoperabilità e il riutilizzo dei media e consente un'esperienza utente ottimizzata attraverso l'interazione diretta con i contenuti digitali;
- *Media Streaming Server* (adattivo): il servizio permette di processare e fruire media audiovisivi mediante una riproduzione dinamica e adattiva, rispondendo alle esigenze di fruizione degli utenti. Questo strumento è essenziale per garantire una distribuzione efficiente e di qualità elevata dei contenuti audiovisivi, rispettando i profili di protezione definiti.

La terza macroarea di I.PaC riguarda i Grafi di Conoscenza di Dominio, rappresentazioni semantiche che descrivono le relazioni tra entità culturali all'interno di specifici ambiti del patrimonio, quali quelli Archivistico, Bibliografico, ABAP e Multimediale²⁰. Questi grafi permettono di modellare e visualizzare le relazioni semantiche tra diverse entità, come entità culturali, agenti, concetti e luoghi, contribuendo a una comprensione più ricca e profonda dei legami culturali all'interno di uno specifico dominio.

I sistemi aderenti a I.PaC, siano essi integrati o federati, possono utilizzare i Grafi di Conoscenza di Dominio per individuare nuove relazioni tra i propri beni digitalizzati e arricchirne le descrizioni, contribuendo in tal modo allo sviluppo e alla valorizzazione del patrimonio culturale. La rappresentazione delle relazioni semantiche consente di creare nuove connessioni e ampliare la conoscenza disponibile, rendendo più facile l'accesso e l'integrazione tra le informazioni di dominio.

²⁰ Il dominio multimediale di I.PaC consente di gestire anche le entità culturali non ancora descritte nei sistemi di produzione del dato secondo standard nazionali, utilizzando un set minimo di dati descrittivi (basati sul MODS) per identificare il bene rappresentato nella risorsa digitale. Questa descrizione verrà sostituita da quella di dominio completa qualora l'entità venga descritta successivamente nei sistemi integrati. In questo modo, è possibile garantire una gestione efficace del patrimonio digitale, anche in assenza di una descrizione dettagliata.

I servizi offerti dai Grafi di Conoscenza di Dominio sono articolati nelle seguenti funzionalità:

- *Interrogazione e Recupero*: i sistemi possono interrogare in tempo reale il grafo di conoscenza di I.PaC, navigando tra le informazioni relative alle entità e alle loro relazioni. È possibile recuperare i dati del grafo, inclusa la materializzazione di una partizione dello stesso, sulla base di criteri predefiniti (dataset predefinito pubblico) o specificati dall'utente (dataset custom pubblico);
- *Scrittura e Notifiche*: i servizi di scrittura consentono ai sistemi di incrementare il grafo aggiungendo nuove entità e relazioni (crea), aggiornare informazioni esistenti (modifica) o eliminare entità e relazioni obsolete (elimina). Inoltre, è possibile configurare notifiche sugli eventi di aggiornamento del grafo, ricevendo avvisi in caso di modifiche alle entità o alle relazioni. In questo modo, il grafo di conoscenza rimane sempre dinamico e aggiornato, rispondendo alle esigenze in continua evoluzione degli enti culturali.

La quarta e ultima macroarea del catalogo dei servizi di I.PaC riguarda i Grafi di Conoscenza Cross-Dominio, i quali rappresentano il superamento dei limiti dei singoli domini culturali e facilitano la rappresentazione delle relazioni semantiche tra entità digitali appartenenti a diversi ambiti del patrimonio. Questo approccio innovativo consente di ricostruire contesti storici e culturali complessi, offrendo una visione integrata e trasversale del patrimonio culturale.

I grafi di conoscenza cross-dominio implementati da I.PaC utilizzano tecnologie avanzate per rivelare connessioni inaspettate e inedite tra le entità culturali appartenenti a più domini della cultura, arricchendo la comprensione e la navigazione del patrimonio in modo intuitivo e innovativo. Questo tipo di rappresentazione facilita la ricostruzione di contesti culturali complessi e la loro valorizzazione, risultando particolarmente vantaggioso per i portali di accesso che intendono offrire esperienze di fruizione intermediale e trasversale, fornendo un'esperienza di esplorazione più ricca e articolata.

I servizi associati ai grafi di conoscenza cross-dominio includono:

- *Interrogazione e recupero*: questo servizio consente ai sistemi di interrogare il grafo di conoscenza cross-dominio di I.PaC, navigando tra le informazioni relative a entità e relazioni provenienti da diversi settori culturali e offre la possibilità di recuperare ed esportare una partizione del grafo cross-dominio di I.PaC. I dati possono essere estratti secondo criteri predefiniti dalla piattaforma (dataset predefinito pubblico) o specificati dall'utente (dataset custom pubblico), favorendo la creazione di dataset che rispondano a esigenze specifiche di ricerca e fruizione;
- *Notifiche su Eventi di Aggiornamento*: i sistemi di produzione del dato e di accesso aderenti a I.PaC possono ricevere notifiche sugli eventi di aggiornamento relativi ai grafi di conoscenza cross-dominio. Tali notifiche sono configurabili tramite API e includono parametri di configurazione come la tipologia di evento monitorato, la durata della finestra di osservazione, il numero massimo e la frequenza degli eventi notificati, nonché i criteri di raggruppamento. Questo garantisce un controllo avanzato sulle informazioni ricevute, permettendo agli enti culturali di monitorare in modo continuo e aggiornato l'evoluzione delle connessioni cross-dominio.

I dati conferiti e arricchiti da I.PaC possono perciò essere interrogati, percorsi in tempo reale e materializzati per il recupero, offrendo diverse opzioni agli enti che desiderano sfruttare al meglio le potenzialità dei grafi di conoscenza siano essi di dominio o cross dominio. Il recupero può avvenire tramite l'integrazione di API di ricerca e navigazione, l'utilizzo di widget messi a disposizione dalla piattaforma, oppure tramite la creazione di dataset predefiniti o personalizzati per alimentare *middleware*²¹ di ricerca e analisi. La sicurezza e la protezione dei dati recuperati sono

²¹ Il *middleware*, in particolare per sistemi di accesso, è un software che facilita la comunicazione tra il front-end di un portale e i sistemi di ricerca back-end. Agisce come intermediario per gestire richieste e dati, ottimizzando l'interoperabilità e migliorando l'esperienza utente nel recupero delle informazioni.

sempre garantite tramite *Profili di Visibilità* (PdV) per i dati descrittivi e *Profili di Protezione* (PdP) per le risorse digitali, definiti dagli enti responsabili.

Questa cooperazione con i grafi di conoscenza si articola su due livelli principali, definiti Livello 1 (L1) e Livello 2 (L2), che consentono ai sistemi integrati e federati di scegliere il grado di interazione più adatto alle loro esigenze:

- Il Livello 1 (L1) offre accesso ai servizi di interrogazione, navigazione e recupero di dataset dai grafi di conoscenza di dominio e cross-dominio. Tale livello è caratterizzato da una cooperazione “leggera”, in cui il sistema cooperante può effettuare una navigazione nodo a nodo dei grafi, materializzare porzioni di grafo e utilizzare template di ricerca (schemi ottimizzati per la ricerca dei dati, che definiscono i tipi di nodi e archi che possono essere navigati o recuperati) per esplorare le relazioni tra le entità. Questo livello è particolarmente adatto agli enti che desiderano esplorare e comprendere i collegamenti esistenti tra i propri dati culturali, senza dover apportare troppe modifiche al proprio sistema;
- Il Livello 2 (L2) rappresenta un grado di cooperazione più avanzato e puntuale. A questo livello, i sistemi cooperanti possono aggiornare in tempo reale i grafi di conoscenza di dominio sottoscritti, contribuendo attivamente all’arricchimento del patrimonio informativo. La cooperazione di Livello 2 consente di scrivere direttamente e in tempo reale sul grafo ed è ideale per i sistemi che desiderano una maggiore interazione con il grafo, partecipando attivamente alla crescita e al miglioramento delle informazioni disponibili.

4.4 Itinerari culturali potenziati: un possibile scenario d’uso per i servizi di I.PaC

Come sin qui emerso, l’integrazione con un’infrastruttura avanzata come I.PaC offre agli enti culturali l’opportunità di ampliare e valorizzare la propria offerta all’utenza, siano essi operatori o utenti generalisti. Sebbene questo caso d’uso sia basato sull’esempio specifico di un comune, I.PaC funziona sempre come un potenziatore invisibile, un’infrastruttura “dietro le quinte” che supporta tecnologicamente e semanticamente i sistemi aderenti senza interferire nei flussi operativi.

L’obiettivo di questo esempio proposto è mostrare come I.PaC possa migliorare la fruibilità e personalizzazione dei percorsi culturali su un territorio, con tre scopi principali:

- arricchire i dati culturali. I.PaC integra e amplia le informazioni già presenti sui beni culturali locali, consentendo la creazione di percorsi tematici più ricchi e informativi;
- personalizzare l’esperienza turistica. Grazie alla capacità di aggregare dati da diverse fonti, I.PaC permette agli enti di proporre itinerari personalizzati in base agli interessi dell’utente;
- promuovere la sostenibilità e la valorizzazione del territorio. Attraverso l’integrazione con I.PaC, i sistemi locali possono promuovere itinerari alternativi e sostenibili, valorizzando anche il patrimonio meno conosciuto.

L’esempio ipotizza un comune che desidera migliorare l’attrattiva turistica del proprio territorio sviluppando un’applicazione per itinerari culturali, basata sui servizi di I.PaC. Il processo si articola in quattro fasi principali (Fig. 12):

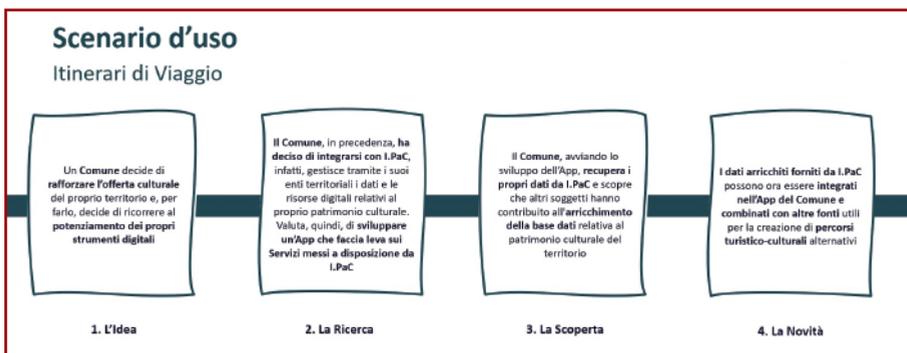


Figura 12. Scenario d'uso "Itinerari di Viaggio"

- l'idea: il comune individua l'opportunità di rendere il proprio patrimonio culturale più accessibile e sviluppa l'idea di un'applicazione che sfrutti i servizi di I.PaC per creare percorsi tematici. I.PaC rimane in *background*, fornendo supporto tecnologico senza mai interagire direttamente con gli utenti finali;
- la ricerca: grazie a I.PaC, il comune recupera i dati digitali già presenti nei propri sistemi integrati con l'infrastruttura e li arricchisce senza alterare il proprio flusso di lavoro. I.PaC fornisce ulteriori informazioni e stabilisce nuove relazioni semantiche tra i dati, rispettando sempre i livelli di accesso e riservatezza definiti dai responsabili dei dati;
- la scoperta: durante lo sviluppo, il comune scopre come i grafi di conoscenza e gli algoritmi di intelligenza artificiale di I.PaC arricchiscano la base dati esistente. Grazie a questi strumenti, diventa possibile progettare itinerari più completi e interattivi che collegano punti d'interesse in modo coerente e dettagliato;
- la novità: l'applicazione finale suggerisce percorsi personalizzati che si integrano anche con piattaforme esterne, come Google Maps, Yelp e Tripadvisor, offrendo una fruizione più ampia e immersiva. Gli utenti possono quindi esplorare il territorio seguendo percorsi creati in base ai lo-

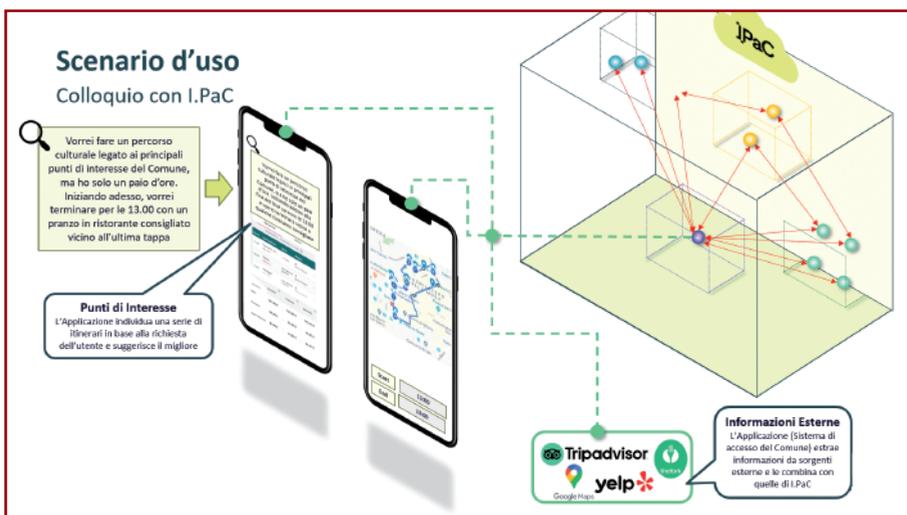


Figura 13. Schema di colloquio tra l'applicazione e i servizi di I.PaC

ro interessi, con suggerimenti per soste, ristoranti e attrazioni nelle vicinanze. In questo scenario, l'utente visualizza solo il risultato finale – il percorso suggerito – mentre I.PaC opera dietro le quinte, arricchendo i dati e migliorando l'esperienza complessiva senza apparire direttamente nel flusso di interazione (Fig. 13). Questo approccio consente al comune, o a qualsiasi altro ente culturale, di valorizzare il proprio patrimonio attraverso un'infrastruttura solida e versatile, capace di supportare in modo discreto ma efficace l'ecosistema culturale nazionale. Grazie alla sua flessibilità, I.PaC contribuisce alla creazione di esperienze turistiche personalizzate e di valore, promuovendo la scoperta e la fruizione del patrimonio locale e nazionale in modo innovativo e sostenibile.

4.5 I.PaC: la Teca Multimediale

Teca Multimediale è un *widget* rilasciato in modalità SaaS (*software as a service*) che può essere integrato all'interno dei sistemi di produzione del dato da parte delle istituzioni culturali che si integrano con I.PaC.

Le funzionalità della Teca, che richiama attraverso le API alcuni degli *e-service* prodotti dall'ecosistema per la cultura, consentono di gestire in maniera ottimale le risorse digitali culturali, curando ogni aspetto del loro ciclo di vita. Tramite queste funzionalità è possibile caricare, cercare, modificare, eliminare e recuperare i propri dati.

Grazie alle sue quattro aree di gestione (*Nuova risorsa*, *Tutte le risorse*, *Le mie attività* e *Progressi*) e a un'interfaccia semplice e intuitiva, di conseguenza, Teca è assimilabile a un *digital asset management* (DAM).



Figura 14. Le quattro macro-aree gestionali della Teca multimediale

4.5.1 Caricamento delle risorse

I.PaC prevede il caricamento massivo delle risorse (in forma di pacchetti di *ingestion*) tramite la modalità *https upload* per garantire la corretta gestione di masse critiche di dati. Teca, tuttavia, consente agli operatori di effettuare anche caricamenti puntuali secondo tre differenti modalità. La prima è il caricamento di una risorsa semplice, composta da un singolo oggetto digitale. La seconda modalità afferisce a una risorsa complessa e permette di *ingestire* una singola risorsa composta da n oggetti digitali (si pensi ad un libro, formato da tante immagini quante sono le pagine che lo compongono).

Infine, è possibile effettuare anche il caricamento di una risorsa semplice multipla, che consente di generare n risorse semplici contemporaneamente. Questa opzione è particolarmente utile nel

caso in cui vi sia una corrispondenza dei campi descrittivi delle varie risorse poiché, in fase di caricamento, all'operatore verrà offerta la possibilità di inserire, in maniera ricorsiva, tali informazioni comuni. Nel caso in cui, invece, non si concretizzi tale corrispondenza, sarà comunque possibile procedere con questa modalità di caricamento, selezionando "Nessun campo comune" all'interno di Teca.

La possibilità di inserire una descrizione della risorsa (che potrà essere successivamente modificata), infatti, è utile non solo nel caso in cui l'oggetto digitale non sia accompagnato da una descrizione catalografica, ma ne favorisce il grado di ricercabilità all'interno del sistema.

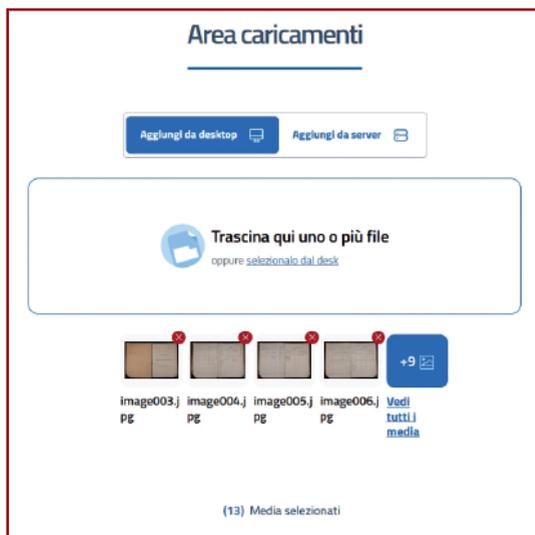


Figura 15. Funzioni di caricamento media da Client

4.5.2 Ricerca delle risorse

Una volta completato il processo di caricamento, l'operatore può cercare le risorse, gli oggetti digitali, le *renditions*²² e le collezioni prodotte all'interno della propria area di competenza nella sezione *Tutte le risorse*, in base ad una serie di parametri (ad esempio il titolo, la data di creazione della risorsa, i tag descrittivi inseriti). Pur essendo a disposizione di tutte le istituzioni culturali che intendono integrarsi con I.PaC, infatti, *Teca Multimediale* definisce in maniera chiara il perimetro di azione degli operatori, grazie alle *tenancy* che permettono di effettuare ricerche (e modifiche) solo ed esclusivamente per risorse che ricadono sotto la propria responsabilità.

La ricerca, sia semplice che avanzata, si estende anche alle aree *Le mie attività* e *Progressi*. All'interno di queste ultime, infatti, si possono ricercare i processi *asincroni* avviati e verificarne lo stato di avanzamento e/o il corretto completamento.

4.5.3 Modifica delle risorse

Nella sezione *Tutte le risorse* è possibile modificare i propri contenuti, sia per quanto concerne gli oggetti digitali, sia per quanto riguarda la descrizione. Uno degli aspetti preminenti di Teca, infatti, risiede nella sua capacità di mettere a disposizione una serie di strumenti che richiamano i numerosi *e-service* erogati da I.PaC in forma di API.

Il catalogo dei servizi messi a disposizione è in continua evoluzione per soddisfare le esigenze differenti dei tre diversi domini dei beni culturali: ABAP, archivistico e bibliografico, perché Teca, al fine di ottimizzare il lavoro degli operatori, integra i grafi di conoscenza di dominio e le funzioni di Intelligenza Artificiale per automatizzare i processi e migliorare l'esperienza utente.

²² Il termine *rendition* si riferisce alla modalità con cui un contenuto digitale viene presentato o adattato per un dispositivo specifico. Nei sistemi di streaming, ad esempio, le *rendition* sono versioni dello stesso contenuto in diverse risoluzioni o *bitrate*, ottimizzate per adattarsi a vari schermi e velocità di connessione, garantendo una riproduzione fluida e di qualità.

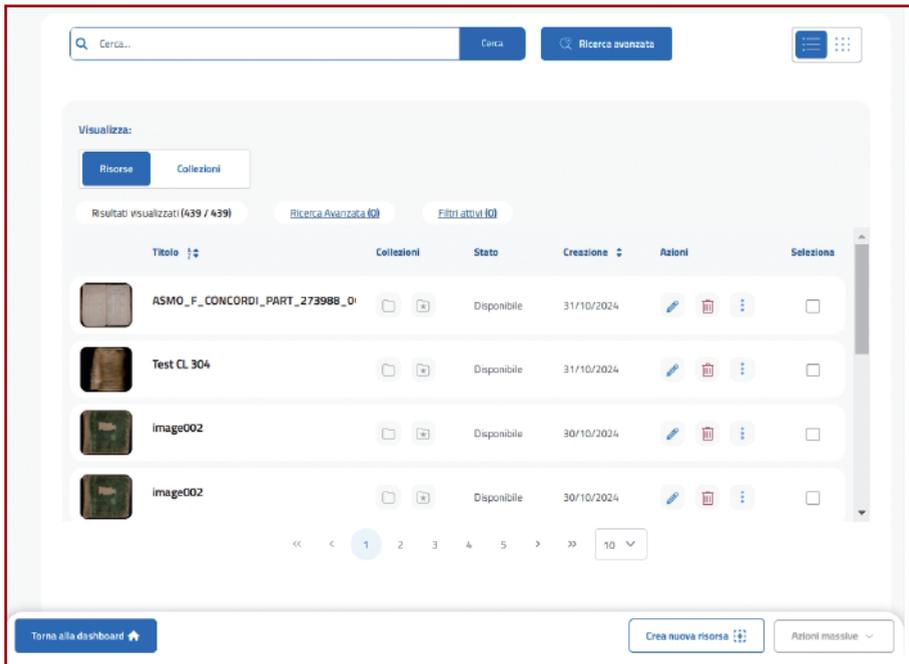


Figura 16. Area di accesso e operatività sulle risorse digitali di un Content Owner

Da un punto di vista pratico, una volta selezionata la risorsa che si intende modificare, è sufficiente muoversi tra i tab *Descrizione*, *Identificativi* e *Licenze e Profili di Protezione* per quanti riguarda le informazioni attinenti la risorsa; *Media contenuti*, invece, consente di elaborare gli oggetti digitali e di crearne di nuovi a partire dai file master caricati; *Cartelle smart e collezioni*, infine, consente di razionalizzare e gestire le proprie risorse in base a specifici criteri (Collezioni) definiti dall'operatore o parametrizzati dall'utente ed estrapolati dal sistema (Cartelle smart) attraverso funzioni di AI.

Di particolare rilievo è la sezione *Modifica* che, richiamando le primitive funzionali di I.PaC, consente ad esempio di intervenire sulla struttura fisica e generare la struttura logica (corrispondente alla tavola dei contenuti).

È altresì consentita la creazione di nuovi media e di *renditions* (file derivati) a partire dal file *master*, con azioni di *cutting* e *cropping*.

I risultati di questi processi di lavoro sono visibili tramite viewer IIIF integrato (ed esportabili all'esterno grazie al relativo *manifest* generato). Inoltre, con il supporto dei media player e dello streaming adattativo, le risorse digitali sono fruibili anche in contesti web, garantendo un'esperienza fluida e di alta qualità.

4.5.4 Eliminazione e recupero delle risorse

Il completo ciclo di vita di una risorsa digitale deve prevedere anche la sua eliminazione. Teca consente di cestinare tutti i contenuti che per qualsiasi motivo non hanno più validità, prevedendone anche funzioni di recupero dell'ultima versione editata prima della sua cancellazione.

4.6 I.PaC: grafi e servizi di ricerca

4.6.1 Grafi di dominio e cross-dominio

Un servizio essenziale di I.PaC è la creazione e gestione di grafi di conoscenza sia di dominio che cross-dominio. Questi grafi costituiscono l'ossatura informativa dell'ecosistema, poiché raccolgono i metadati descrittivi dei principali domini culturali: bibliografico, archivistico, ABAP e multimediale. La complessità di questo servizio risiede nell'integrazione di standard catalografici e criteri descrittivi diversi per consentire una navigazione ricca e interconnessa tra le entità, catturando il carattere multidimensionale dei beni culturali e delle loro interazioni nel web semantico.

I grafi di conoscenza di dominio descrivono le relazioni tra le entità specifiche dei singoli domini e consentono di modellare informazioni molto specializzate. Accanto a questi grafi c'è il grafo cross-dominio, che ha lo scopo di superare la separazione descrittiva tra i domini specifici, per facilitare una navigazione intradominio e permettere di ricostruire i contesti all'interno dei quali i beni culturali acquisiscono senso. Il lavoro sui grafi è quindi partito dalla creazione del grafo cross-dominio che si è articolato in cinque fasi:

1. Individuazione degli obiettivi. L'obiettivo principale a cui deve rispondere il grafo cross-dominio è riconciliare e integrare informazioni provenienti da fonti diverse per creare un sistema coeso che permetta di connettere oggetti museali, risorse bibliografiche e documenti archivistici. Questo comporta una sfida di interoperabilità e di miglioramento della qualità delle informazioni, sia tramite validazione umana sia con l'aiuto dell'intelligenza artificiale. In questo modo si intende rendere più semplice l'esplorazione del patrimonio culturale, arricchendo i dati con collegamenti semantici tra entità di domini diversi;
2. Analisi dei modelli di dominio. In questa fase è stato necessario analizzare approfonditamente i modelli di dominio e i linguaggi utilizzati per rappresentare le informazioni. Una delle principali difficoltà risiede infatti nella varietà di standard e metadati impiegati per descrivere le risorse: i dati bibliografici, archivistici e museali utilizzano formati diversi, come MARC, XML e RDF. Inoltre, solo il dominio ABAP risulta essere già strutturato in forma di grafo, mentre gli altri domini si basano su modelli di dati strutturati in modo differente. Questa eterogeneità rende quindi indispensabile una modellazione accurata per costruire un sistema integrato che permetta una rappresentazione coerente e trasversale delle informazioni tra i diversi domini;
3. Creazione del modello cross-dominio. Per la realizzazione del modello cross-dominio, si è deciso di includere le entità comuni a tutti i settori, insieme alle relazioni fondamentali tra di esse e agli attributi condivisi che le descrivono. Sono state previste alcune eccezioni per incorporare entità specifiche di un singolo dominio, ma che forniscono un contesto significativo;
4. Mappatura dei modelli di dominio con il modello cross-dominio. Questo processo mira a tradurre e armonizzare le informazioni da ciascun dominio, assicurando che tutte le risorse siano rappresentate nel grafo in modo coerente e accessibile. La mappatura è un passo fondamentale per garantire che le risorse possano essere esplorate e comprese in modo trasversale;
5. Normalizzazione e arricchimento dei dati. La fase di normalizzazione dei dati è fondamentale per uniformare le informazioni, considerando che i dati provengono da domini diversi e utilizzano modelli descrittivi eterogenei. A questa normalizzazione segue una fase di arricchimento, che comprende la bonifica, la clusterizzazione, la riconciliazione e l'arricchimento semantico, supportata da tecniche di intelligenza artificiale (cfr. par. 4.7).

4.6.2 Knowledge base di I.PaC: interrogazione e recupero dati

I sistemi cooperanti – secondo le modalità indicate nel paragrafo 4.2 (sistemi integrati, federati

o versanti), alimentano i Grafi di dominio e cross-dominio, conferendo metadati descrittivi, catalografici e/o risorse digitali. Il conferimento dei dati avviene mediante procedure eterogenee che - unicamente per i sistemi integrati o federati - prevedono anche una cooperazione applicativa avanzata (servizi abilitanti di livello II), e quindi un'interazione diretta e puntuale su nodi e archi del Grafo/i di dominio che si sono sottoscritti in fase di adesione.

Gli oggetti informativi inoltrati all'Infrastruttura saranno sottoposti a una serie di logiche elaborative allo scopo di ottenere dei "derivati" arricchiti. In altre parole, attraverso processi di deduplica, bonifica, clusterizzazione e *mash-up*²³ basati su regole e algoritmi di Intelligenza artificiale, I.PaC estende il carattere dinamico e relazionale del patrimonio informativo e culturale, preservandone al contempo: specificità, sicurezza e appartenenza all'*owner* e al contesto di produzione. I dati conferiti e potenziati, secondo le dinamiche appena descritte, concorrono alla formazione e all'incremento della base di conoscenza e da questa possono essere:

1. navigati e recuperati, in tempo reale, richiamando le API di *search/browsing* ovvero *template*;
2. navigati e recuperati integrando o richiamando un widget messo a disposizione da I.PaC o realizzando un proprio *plug-in* grafico, sfruttando le primitive esposte dall'Infrastruttura;
3. materializzati in dataset, con il fine di alimentare ad esempio un proprio *middleware* di ricerca.

4.6.2.1 Template di ricerca e datasets

Con il termine *template* indichiamo una query prefissata, uno schema ottimizzato che definisce tipi nodo e tipo arco oggetto di ricerca e recupero, il cui impiego non richiede necessariamente la conoscenza di un linguaggio di interrogazione avanzato o la padronanza della modellazione semantica e concettuale sottesa alla knowledge base. Per rispondere a esigenze e bisogni informativi diversificati, è possibile sfruttare template predefiniti - messi a disposizione da I.PaC e riguardanti sia il Grafo cross-dominio sia i quattro Grafi di dominio - oppure custom. Il flusso operativo prevede che un sistema cooperante (integrato, federato o di accesso)²⁴ che abbia preliminarmente ottenuto un *token* di accesso da IAM dell'ecosistema applicativo tramite autenticazione M2M, possa interrogare i Grafi - in un contesto di sicurezza, flessibilità e semplicità d'accesso - selezionando tra i molteplici template predefiniti quello di interesse. L'Infrastruttura espone i template predefiniti e le loro caratteristiche (codice *template*, tipi nodo e arco, criteri di ordinamento, *facet* da applicare) e restituisce, in tempo reale, il *result-set* paginato relativo alla specifica richiesta. I.PaC consente, in aggiunta, il salvataggio dei filtri applicati, permettendo così al sistema esterno di riutilizzare agevolmente le configurazioni di ricerca già selezionate. In alternativa ai template predefiniti, è consentito l'uso di modelli di custom, configurati ad hoc, attraverso un processo di definizione *query* da parte del sistema cooperante e di successiva validazione e certificazione delle stesse da parte di I.PaC. Analogamente a quanto esposto per i *template*, sono da intendersi come predefiniti quei datasets predisposti dall'Infrastruttura sulla base di criteri molteplici, prodotti in tutti i formati di serializzazione previsti, con una determinata frequenza di aggiornamento e concernenti porzioni di specifiche della base di conoscenza. Sono da intendersi come custom i set di dati confezionati mediante apposita istanza. In questo scenario (Fig. 17), il sistema esterno comunica i parametri necessari per l'estrazione (scelta di archi/nodi; frequenza di aggiornamento; formato di serializzazione e modalità di esportazione, intero o incrementale), a valle della disamina della documentazione tecnico-scientifica fornita.

²³ Il *mash-up* nell'ambito della gestione dei metadati è la combinazione di dati provenienti da fonti diverse per creare una nuova applicazione o servizio.

²⁴ I sistemi versanti sono tali perché interagiscono esclusivamente con i servizi di conferimento asset, sono quindi esclusi da questa tipologia di interazione.

I.PaC completata l'analisi di fattibilità positiva, procede con la creazione del dataset personalizzato, conferma la configurazione al sistema e gli notifica eventuali e successive modifiche (aggiornamenti, incrementi ecc.) che siano occorse ai dati di interesse.

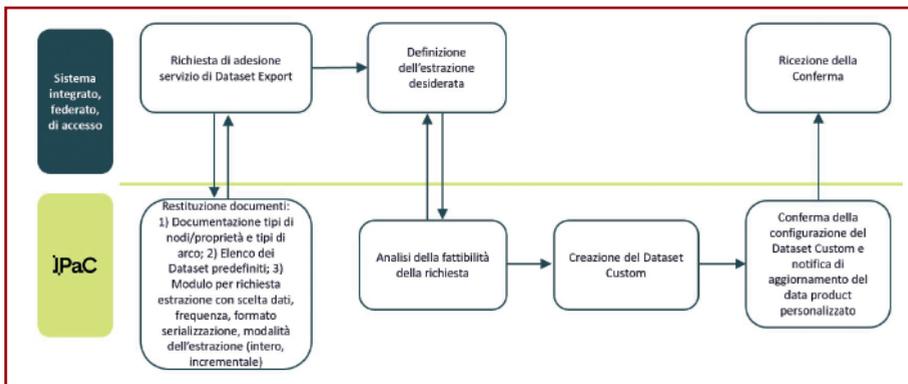


Figura 17. Configurazione del servizio di Dataset Custom

Attraverso i servizi di interrogazione e recupero, i dati conferiti dai sistemi cooperanti e potenziati dalle elaborazioni avanzate attuate dall'Infrastruttura diventano accessibili e sono riutilizzabili, anche soltanto attraverso portali e/o app di accesso ai contenuti. L'accesso, il download e quindi il riuso degli oggetti informativi sono strettamente congiunti ai Profili di Protezione e ai Profili di Visibilità, definiti – sui dati descrittivi/catalografici e/o sulle risorse digitali – dagli Enti responsabili di quegli oggetti all'atto dell'adesione. Mentre per i dati pubblici l'accessibilità e il riuso sono liberi, per i dati "protetti" la visibilità e il recupero sono sempre illimitati per l'*owner* del dato ma perimetrati per Enti terzi. I.PaC applica di default le politiche standard di visibilità e protezione stabilite inizialmente dall'Ente proprietario, recependo tuttavia anche successivi ed eventuali accordi tra Enti che derogano alle condizioni stabilite *erga omnes* in favore di Istituzioni o altri attori con i quali l'*owner* dei dati voglia condividere specifici privilegi di visibilità e riuso.

4.7 I.PaC: i servizi di elaborazione avanzata basati sull'Intelligenza artificiale

Uno degli obiettivi di I.PaC è migliorare l'accesso, la valorizzazione e lo studio del patrimonio culturale italiano anche attraverso l'integrazione avanzata dell'intelligenza artificiale (IA). Il progetto, da questo punto di vista, mira a superare le sfide legate alla vasta mole e alla diversità delle risorse digitali, favorendo una gestione più efficiente e una fruizione più intuitiva delle risorse culturali.

In questo contesto sono stati identificati tre principali ambiti in cui l'IA è applicata:

- oggetti digitali. I.PaC gestisce milioni di risorse digitali (testi, immagini, audio, video, mappe ecc.) provenienti da istituzioni culturali italiane. L'IA viene utilizzata per arricchire e catalogare queste risorse, rendendo possibile l'estrazione di informazioni da contenuti che altrimenti richiederebbero un'elaborazione manuale impossibile da realizzare su larga scala. Il processo prevede l'identificazione di *use case* specifici, definiti in collaborazione con gli istituti centrali, e l'applicazione di sei elaboratori per il processamento delle risorse;
- metadati descrittivi. L'IA supporta il miglioramento della qualità dei dati che descrivono i beni culturali, in termini di clusterizzazione, riconciliazione, arricchimento e bonifica delle entità nei grafi;

– navigazione e interazione. In questo ambito l'IA generativa viene utilizzata all'interno di chatbot di navigazione dei portali di fruizione dei beni culturali per facilitare l'accesso al patrimonio culturale.

4.7.2 IA applicata agli oggetti digitali

Il patrimonio digitale gestito da I.PaC comprende milioni di risorse in formati diversi (testi, immagini, mappe, audio, video ecc.), che costituiscono una fonte straordinaria di conoscenza. Tuttavia, la vastità e diversità di queste risorse rendono impossibile un'elaborazione manuale, richiedendo l'impiego di sistemi di elaborazione dei contenuti basati su tecniche di intelligenza artificiale, che spaziano dal *Machine Learning* ai modelli generativi.

È stata quindi avviata una sperimentazione con l'obiettivo di:

- creare strumenti applicabili su ampia scala, che permettessero di processare il maggior numero di risorse digitali, garantendo una gestione dell'eterogeneità di risorse diverse come testi, immagini, mappe, audio e video;
- arricchire le informazioni sul patrimonio, tramite l'estrazione automatica di dati strutturati;
- migliorare l'accesso da parte degli utenti, aumentando i punti di accesso alla risorsa e tramite una fruizione più intuitiva;
- facilitare e ottimizzare i processi di catalogazione per i professionisti del settore.

Sulla base di queste finalità sono stati sviluppati sei elaboratori, che hanno una duplice finalità: da un lato, generare nuovi contenuti digitali e media, dall'altro, estrarre e valorizzare informazioni rilevanti dai contenuti già esistenti.

1. Elaboratore di testi: questo sistema estrae testo, abstract, entità nominate, soggetti e indici di contenuto dalle risorse testuali. Particolare attenzione è dedicata all'analisi di periodici, dove l'IA è programmata per riconoscere articoli, titoli, autori e sezioni, anche quando queste sono logicamente collegate ma fisicamente separate, affrontando sfide come layout variabili e la presenza di pubblicità;
2. Elaboratore di audio e video: simile all'elaboratore di testi, questo sistema estrae informazioni da contenuti audio e video tramite strumenti di riconoscimento vocale, trasformando il parlato in testo, estraendo temi ed entità citate e generando un abstract delle informazioni rilevanti;
3. Elaboratore di immagini: specializzato nell'identificazione dei soggetti principali e delle entità contenute nelle immagini, l'elaboratore associa questi elementi a vocabolari controllati come il *Thesaurus* del Nuovo Soggettario di Firenze²⁵ e *Iconclass*²⁶. È in grado anche di rilevare immagini simili all'interno del dataset, ampliando le possibilità di ricerca e confronto;
4. Elaboratore di cartografie: progettato per le mappe, questo sistema estrae dati come toponimi, scale e simboli, compresi dettagli specifici come le particelle catastali, contribuendo a una mappatura più dettagliata e fruibile di questo tipo di risorse;
5. Elaboratore di spartiti musicali: l'IA trascrive le notazioni musicali contenute negli spartiti digitalizzati, rendendole riproducibili in formato digitale;
6. Elaboratore di schede di catalogo cartacee: questo sistema è in grado di estrarre informazioni dalle schede di catalogo, mappandole su modelli di dati standardizzati a prescindere dai layout dei documenti cartacei.

²⁵ <https://thes.bncf.firenze.sbn.it/ricerca.php>.

²⁶ <https://iconclass.org>.

Ogni elaboratore può essere considerato come un orchestratore di diversi strumenti, chiamati primitive, che si combinano all'interno di una *pipeline* complessa. Questa *pipeline* prevede un livello di astrazione iniziale che riceve il file di input, analizza i parametri della risorsa e la indirizza all'orchestratore appropriato. All'interno dell'orchestratore, per ogni primitiva coinvolta nella *pipeline*, la risorsa passa poi attraverso varie fasi: *pre-processing*, che standardizza la risorsa; *processamento*, dove la risorsa viene elaborata dalle primitive per generare gli output desiderati; *post-processing*, che adatta gli output finali in un formato standard, rendendoli disponibili all'utente o al servizio che ha inviato la risorsa.

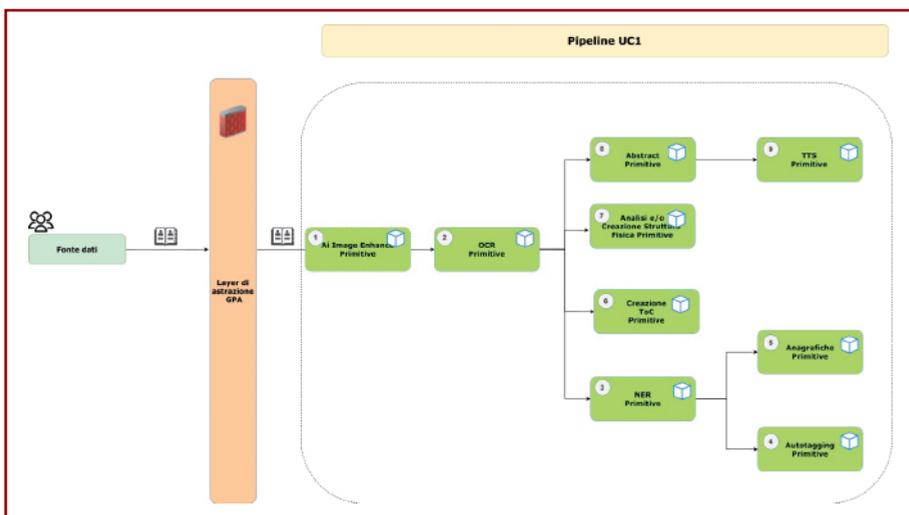


Figura 18. Esempio di una pipeline complessa relativa all'elaboratore di testi

Questa architettura modulare consente una gestione versatile e precisa delle risorse digitali, ottimizzando il processamento e la restituzione dei risultati.

4.7.3 IA applicata ai metadati descrittivi

Nell'ambito dei metadati descrittivi, l'intelligenza artificiale viene utilizzata per migliorare la qualità dei dati del grafo di I.PaC attraverso processi di clusterizzazione, riconciliazione, bonifica e arricchimento delle informazioni.

Per quanto riguarda la clusterizzazione, questa operazione si rende necessaria perché i dati presenti nel grafo di I.PaC provengono da fonti diverse, il che può causare duplicazioni e ridondanze, complicando la navigazione e l'accesso alle informazioni. Ad esempio, la stessa entità può essere registrata in più sistemi senza una correlazione univoca. Per evitare tali duplicazioni, sono stati sviluppati algoritmi di IA capaci di interpretare il contesto delle entità, analizzando elementi come date e luoghi, qualifiche e altre informazioni storiche associate, per raggruppare entità che risultano distinte solo nominalmente ma sono semanticamente identiche.

Nell'ambito della riconciliazione, i modelli di IA sono stati sviluppati per collegare beni culturali a vocabolari controllati e strumenti terminologici specifici. Molte risorse sono infatti descritte attraverso testi non strutturati che non fanno riferimento a thesauri o vocabolari standardizzati (come il *Thesaurus* del Nuovo soggetto di Firenze, o *Iconclass*), complicando l'accesso diretto alle informazioni. I modelli di AI hanno quindi lo scopo di associare queste descrizioni a catego-

rie standard tratte da vocabolari controllati, superando le sfide poste dalla natura specialistica di tali terminologie.

Per quanto riguarda la bonifica, l'IA interviene per normalizzare e pulire le informazioni che non rispettano gli standard di catalogazione definiti per ciascun dominio culturale (i così detti *dati sporchi*), migliorando la qualità complessiva dei dati. Infine, ultimo task di AI nell'ambito dei metadati descrittivi, è relativo all'estrazione di dati rilevanti da testi non strutturati per integrarli in modo strutturato nel grafo di I.PaC. Questo processo di arricchimento facilita la ricerca e aumenta il valore informativo del grafo, ampliando la ricchezza e l'accessibilità dei dati. In questo modo, i contenuti estratti dai testi vengono incorporati in maniera strutturata, migliorando l'esperienza utente e il valore complessivo delle risorse culturali digitali.

Attraverso questi processi di clusterizzazione, riconciliazione, bonifica e arricchimento, I.PaC garantisce una maggiore coerenza, precisione e accessibilità ai dati, rendendo il patrimonio culturale più fruibile.

4.7.4 IA applicata alla navigazione dei dati

La complessità e la vasta quantità di dati descrittivi sui beni culturali italiani rendono difficile per gli utenti esplorare e comprendere appieno queste risorse. Per rispondere a questa esigenza, I.PaC sta sviluppando chatbot basati sull'intelligenza artificiale generativa, progettati per facilitare l'accesso ai portali dedicati al patrimonio culturale. Questi chatbot utilizzano tecniche avanzate, tra cui il *Graph Retrieval-Augmented Generation (Graph RAG)*, per guidare gli utenti nell'esplorazione dei contenuti. *Graph RAG* è una tecnica innovativa che combina due elementi: il recupero di informazioni (*retrieval*), e la generazione di risposte. In pratica, il sistema utilizza un grafo di conoscenza strutturato sulla base di specifiche ontologie – strutture complesse che rappresentano le connessioni e le relazioni tra entità – per migliorare la precisione e la rilevanza delle risposte fornite dal chatbot. Attraverso l'uso del RAG, l'intelligenza artificiale:

- interpreta correttamente le domande degli utenti grazie alla comprensione della struttura semantica dei dati;
- restituisce risposte arricchite con informazioni contestuali prese dal grafo di conoscenza;
- suggerisce percorsi di ricerca che aiutano l'utente a orientarsi tra i contenuti e a esplorare il patrimonio culturale in modo intuitivo e guidato.

Questo approccio consente di integrare informazioni estratte direttamente dal grafo di conoscenza, rendendo le risposte non solo più complete, ma anche contestualizzate.

4.7.5 In sintesi

All'interno dell'ecosistema l'uso strategico dell'intelligenza artificiale applicata su tre fronti – gestione di oggetti digitali, miglioramento dei metadati descrittivi e navigazione dei dati – permette di affrontare le sfide legate all'enorme quantità e diversità di risorse digitali, superando i limiti dell'elaborazione manuale e arricchendo la qualità dei dati.

I sistemi di elaborazione sviluppati, che spaziano dall'estrazione di informazioni dai contenuti digitali alla normalizzazione e bonifica dei dati, consentono di costruire un ecosistema semantico in cui le risorse culturali vengono arricchite e connesse in modo significativo. Inoltre, con l'introduzione di chatbot basati su IA generativa e tecniche di *Graph RAG*, I.PaC rende possibile un'interazione più intuitiva e personalizzata, supportando gli utenti nell'esplorazione di contenuti complessi attraverso percorsi di ricerca guidati.

Questo modello innovativo non solo migliora la fruizione pubblica del patrimonio culturale, ma rappresenta anche un valore aggiunto per i professionisti del settore, facilitando processi di descrizione e recupero delle informazioni.

5. D.PaaS: dalla digitalizzazione dei beni alla promozione e valorizzazione del patrimonio culturale

5.1 D.PaaS “Data Product as a Service”

D.PaaS è una piattaforma “laboratorio” che offre alle imprese servizi tecnologici e un ambiente di sviluppo per creare in modo semplice e scalabile prodotti innovativi basati sui dati. Obiettivo principale della piattaforma è stimolare la collaborazione, favorendo il coinvolgimento attivo di soggetti esterni agli Enti culturali nella creazione di valore. Attraverso questo approccio si vogliono attivare sinergie e nuove opportunità creative, arricchendo l’offerta culturale e aprendo la strada a nuove possibilità di innovazione che possano migliorare l’accessibilità e la fruizione del patrimonio culturale italiano.

5.2 Obiettivi e vantaggi

La piattaforma DPaaS, attualmente in fase di realizzazione, si pone come un punto di connessione strategico tra il Mercato IT e l’Ecosistema digitale nazionale per la cultura, grazie alla sua capacità di integrare le più moderne tecnologie informatiche con i dati culturali arricchiti provenienti dall’infrastruttura I.PaC.

Nell’ambito dell’ecosistema, DPaaS si rivolge primariamente ad attori esterni al sistema istituzionale della cultura poiché intende supportare la creazione collaborativa di valore basato sui beni culturali. Le imprese tecnologiche, culturali e creative, insieme a università e centri di ricerca, saranno i principali sviluppatori di soluzioni su DPaaS: le prime potranno ampliare i propri mercati, sviluppando nuove soluzioni o potenziandone di esistenti, mentre i centri di ricerca potranno usare la piattaforma per ampliare le proprie ricerche o svilupparne di nuove, anche grazie al riutilizzo dei dati del patrimonio culturale.

I luoghi della cultura, insieme a Enti locali e organizzazioni del terzo settore saranno in grado di offrire nuovi servizi a valore pubblico. Potranno sfruttare DPaaS per elaborare soluzioni personalizzate, favorendo l’accesso e la valorizzazione del patrimonio culturale italiano e contribuendo a modernizzare le modalità di fruizione e gestione dei beni culturali.

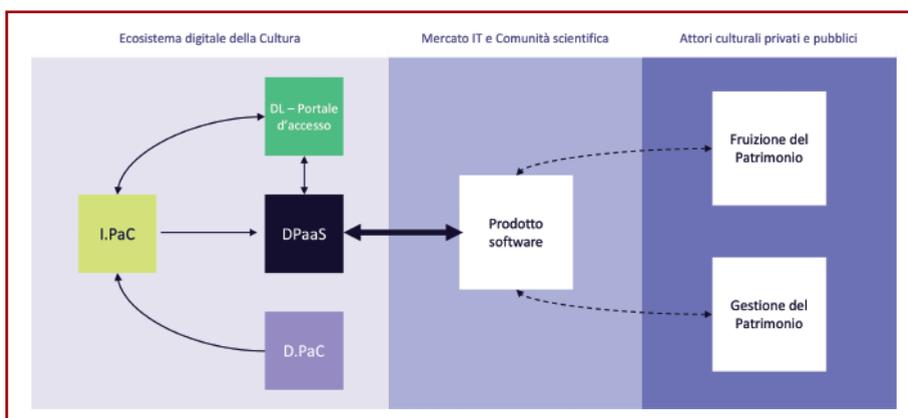


Figura 19. Lo schema rappresenta il flusso d'interazione tra vari utenti e componenti dell'ecosistema digitale per la gestione e fruizione del patrimonio culturale italiano.

Il vantaggio principale di DPaaS risiede nella sua funzione abilitante poiché attraverso lo sviluppo di prodotti e servizi ad alto valore aggiunto facilita la creazione di servizi innovativi, scalabili e interoperabili, accelerando la trasformazione digitale e garantendo un’ottimizzazione delle risorse, potenziando l’interazione tra pubblico, privato e istituzioni culturali trasformando i dati progressivamente in servizi concreti e fruibili. Questo processo di valorizzazione è reso possibile dall’Ecosistema digitale nazionale per la Cultura, che integra infrastrutture e piattaforme abilitanti.

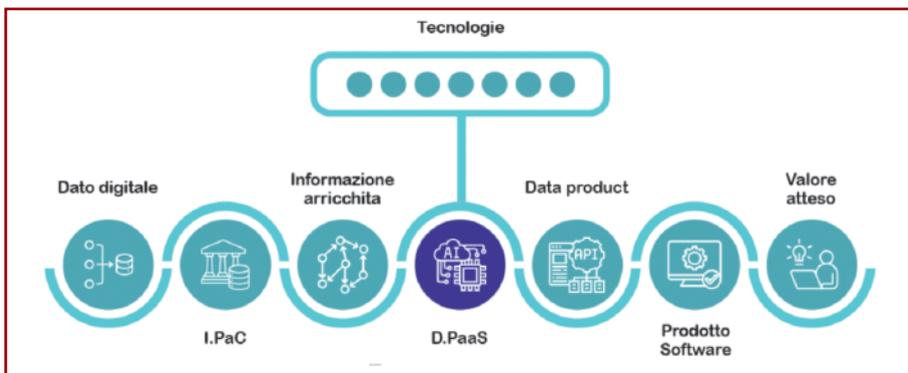


Figura 20. Il ruolo cardine di DPaaS all’interno della catena del valore

5.3 Data Product e strumenti tecnologici abilitanti

Fornendo “servizi tecnologici abilitanti” preconfigurati, principalmente basati su tecnologie di Intelligenza Artificiale e *Machine Learning*, DPaaS facilita la creazione di nuovi *Data Product* e interfacce dati, fondamentali per costruire ulteriori servizi e prodotti finali.

I *Data Product*, definiti come prodotti digitali che trasformano i dati in soluzioni utili²⁷, risultano dall’elaborazione continua e dall’arricchimento dei dati disponibili attraverso I.PaC.

Attraverso DPaaS, lo sviluppo dei *Data Product* si basa su un sistema integrato di servizi tecnologici abilitanti, che ne standardizza e migliora la flessibilità dei processi di elaborazione e riuso. Inoltre, la piattaforma offre un ambiente di sviluppo *smart*, accessibile anche a utenti con limitate competenze tecniche, e capace di garantire un’adeguata potenza computazionale.

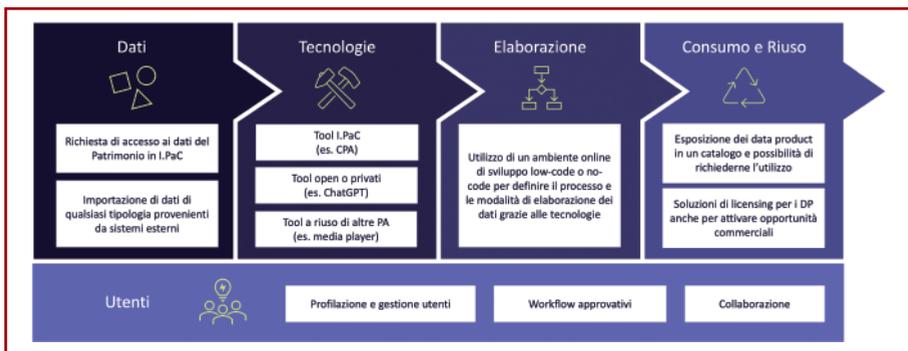


Figura 21. Le principali funzionalità della piattaforma DPaaS

²⁷ Si veda Provost — Fawcett 2013 e Berthold et al. 2020.

La DPaaS come “laboratorio” annovera fra le sue finalità quella di essere un incubatore di tecnologie. Pertanto, oltre alla disponibilità di tecnologie ormai consolidate, è previsto un aggiornamento costante del catalogo dei servizi abilitanti, così che sia sempre possibile raggiungere i più alti standard di mercato²⁸.

5.4 Scenari di applicazione e strategie di procurement

L’impiego innovativo dei dati derivanti dal patrimonio culturale digitalizzato apre prospettive d’uso articolate, che possono essere ricondotte a due macroaree: da un lato, l’ottimizzazione dell’accesso e della fruibilità dei dati da parte del pubblico; dall’altro, la disponibilità di strumenti avanzati per la gestione del patrimonio culturale e il supporto alla ricerca scientifica. I prodotti risultanti da tali applicazioni possono essere classificati in diverse categorie funzionali, tra cui la valorizzazione, la conservazione, la gestione del patrimonio, la ricerca scientifica, l’istruzione e formazione, nonché il settore creativo²⁹.

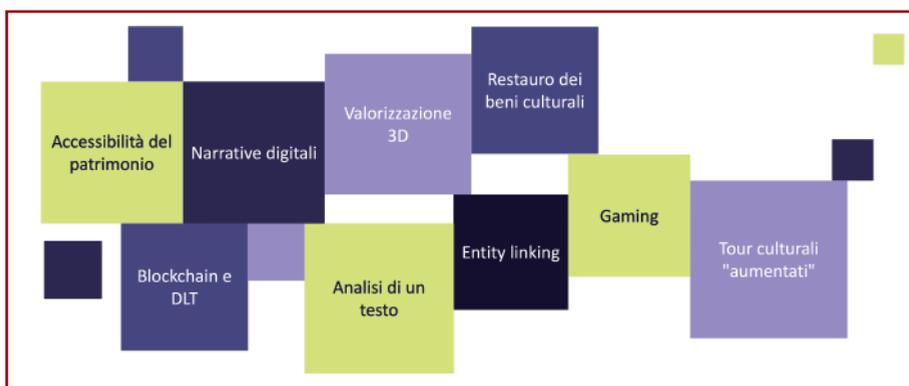


Figura 22. Possibili scenari di applicazione

Al fine di aprire un accesso strutturato a un mercato di servizi ad alto valore aggiunto, la *Digital Library* ha elaborato una strategia di *procurement* finalizzata alla realizzazione di prodotti e servizi digitali innovativi nell’Ecosistema digitale nazionale per la Cultura, che coinvolgeranno nelle iniziative sia operatori economici che istituti culturali partner.

La strategia di *procurement* consiste in un insieme di iniziative integrate che si sviluppano in periodi successivi:

²⁸ Di seguito si presenta un elenco, a titolo esemplificativo e non esaustivo, delle possibili tecnologie abilitanti che la piattaforma D.PaaS potrà offrire a coloro che intendono sviluppare prodotti software: Natural Language Processing (NLP) e Natural Language Understanding (NLU), Named Entity Recognition (NER) e Text Analysis, Natural Language Model (NLM) e Large Language Model (LLM), OCR\ICR e HTR, Text to Speech e Speech to Text, Computer Vision e Image analysis. A queste potranno essere aggiunte ulteriori tecnologie la cui integrazione è ad oggi in fase di sperimentazione nei seguenti ambiti: Geographic Information System, 3D mapping and 3D slicing ecc.

²⁹ Di seguito vengono brevemente elencate alcune tipologie di applicazioni pratiche, cosiddetti casi d’uso, che è possibile realizzare attraverso la piattaforma: Narrative tematiche digitali, storytelling basato sul patrimonio culturale tramite AI generativa; Gamification, implementazione di esperienze di gioco ambientate nei luoghi della cultura; Restauro dei beni culturali, uso di tecnologie avanzate per il restauro e la conservazione di oggetti museali; Accessibilità del patrimonio, strumenti per migliorare l’accessibilità al patrimonio culturale per persone con disabilità.

- procedure negoziate: orientate a valorizzare i dati culturali, sperimentare nuove tecnologie e coinvolgere imprese creative e istituzioni culturali;
- *open innovation*: pratiche collaborative per co-creare soluzioni innovative in collaborazione con stakeholder culturali, con l'obiettivo di sensibilizzare la conoscenza dell'ecosistema digitale e favorire la sperimentazione di tecnologie scalabili;
- dialogo competitivo: una modalità di dialogo tra PA e operatori per sviluppare soluzioni avanzate a bisogni complessi, con focus su tecnologie innovative e scalabilità internazionale;
- accordi quadro: contratti centralizzati per consentire alle PA l'accesso a servizi culturali negoziati, favorendo la replicabilità delle soluzioni a livello nazionale.

Queste iniziative, concepite in un'ottica di ecosistema, favoriranno una gestione integrata e innovativa del patrimonio culturale digitale, facilitando l'incontro tra domanda e offerta e contribuendo alla generazione di valore attraverso l'attivazione di sinergie e lo sviluppo di nuove opportunità creative.

6. Partecipare all'ecosistema: cooperazione con sistemi terzi

È possibile partecipare all'Ecosistema digitale nazionale per la cultura attivando una cooperazione con l'infrastruttura digitale I.PaC, che a sua volta regola il flusso dei dati *da e verso* gli altri ambienti. L'ecosistema è pensato come un universo aperto e dinamico, in cui i sistemi terzi sono integrati al pari degli altri ambienti con l'obiettivo comune di favorire l'interoperabilità delle piattaforme, l'interdipendenza dei dati, l'accesso al patrimonio culturale digitale, garantendo una condivisione dei dati più efficiente e un'esperienza d'uso semplificata per i diversi stakeholder dell'ecosistema. Questo approccio è in linea con quanto indicato dalla Commissione europea circa la necessità di sviluppare uno spazio comune europeo in cui siano integrati dati di qualità, promuovendone l'uso e il riuso, e incentivando lo sviluppo di nuovi servizi digitali per il pubblico³⁰. L'orizzonte di riferimento in cui sarà sviluppato l'ecosistema è quello del PNRR, 2021-2026, ma sono previsti progressivi rilasci di prodotti e servizi informatici.

In particolare, D.PaC è stato rilasciato nella versione *final release* a luglio 2023; I.PaC è stato già rilasciato in *core release* a luglio 2024, mentre la *final release* è prevista a gennaio 2025; il *Minimum Viable Product* di DPaaS sarà disponibile a gennaio 2025, mentre la *core release* è prevista per dicembre 2025; anche la piattaforma di accesso e co-creazione sarà rilasciata in *core release* a dicembre 2025.

Al momento hanno attivato la cooperazione applicativa con I.PaC sia i sistemi informativi degli Istituti Centrali del Ministero della Cultura, sia alcuni dei sistemi informativi delle Regioni e Province Autonome.

6.1 Integrazione dei sistemi informativi degli Istituti centrali del Ministero della Cultura

Nell'ambito dello scenario ivi descritto, la *Digital Library* ha avviato un progetto di integrazione dei sistemi informativi in collaborazione con altri Istituti centrali del Ministero della Cultura, in particolare l'Istituto centrale per il catalogo unico (ICCU), l'Istituto centrale per gli archivi (ICAR) e l'Istituto centrale per il catalogo e la documentazione (ICCD).

³⁰ Sullo spazio comune europeo dei dati del patrimonio culturale:
<<https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/news/deployment-common-european-data-space-cultural-heritage>>.

La collaborazione è iniziata con la fase di definizione dei requisiti tecnici per l'infrastruttura I.PaC e per il widget della *Teca Multimediale*. In questa fase, le funzionalità previste sono state analizzate e condivise con ciascun Istituto centrale, tenendo conto delle peculiarità di ognuno. Il confronto ha permesso di identificare le esigenze specifiche e di implementare tali caratteristiche nella soluzione applicativa finale. Il gruppo di lavoro ha infine lavorato congiuntamente ai test e alla validazione delle applicazioni, garantendo un allineamento continuo delle funzionalità con gli obiettivi degli Istituti coinvolti.

6.1.1 Integrazione con i sistemi informativi dell'ICCU

L'integrazione ha interessato i sistemi SBNCloud³¹, Manus OnLine³² ed EDIT16³³:

- SBNCloud è un sistema *open-source* che consente alle biblioteche italiane di gestire e condurre il proprio patrimonio attraverso la tecnologia cloud, integrando servizi come catalogazione, acquisizione e gestione delle sale di lettura;
- Manus OnLine è il sistema informativo che descrive i manoscritti conservati nelle biblioteche italiane, offrendo accesso a descrizioni dettagliate e digitalizzazioni di manoscritti medievali, moderni e contemporanei;
- EDIT16 è il sistema informativo nazionale che documenta le edizioni italiane del XVI secolo, descrivendo opere stampate in Italia tra il 1501 e il 1600, in qualsiasi lingua, e all'estero in lingua italiana.

Nell'ambito di questa integrazione la *Teca Multimediale* è stata incorporata in modalità *embedded* all'interno dei tre sistemi consentendo agli utenti di accedere al *widget* e operare direttamente all'interno dell'applicazione in modo trasparente. Nei tre sistemi, inoltre, sono state integrate funzioni che permettono di collegare le risorse digitali con le varie entità rispettando le peculiarità dei percorsi catalografici.

6.1.2 Integrazione con i sistemi informativi dell'ICAR

Il Sistema Informativo Archivistico (SIA)³⁴ dell'ICAR è una piattaforma integrata che permette la gestione centralizzata dei dati archivistici e la consultazione del patrimonio documentario nazionale, supportando il passaggio a un modello unificato e interoperabile in cloud per gli Istituti archivistici pubblici.

Il Sistema Informativo Archivistico è stato integrato con la piattaforma I.PaC utilizzando il *widget* della *Teca Multimediale* e il *player* IIIF per il Portale Archivi Nazionali, con l'attivazione della cooperazione applicativa L2.

Nell'ambito di questa integrazione la *Teca Multimediale* è stata incorporata in modalità *embedded* all'interno del sistema di descrizione del nuovo Sistema Informativo Archivistico (SIA), consentendo agli utenti di accedere al *widget* e operare direttamente all'interno dell'applicazione in modo trasparente. Sono inoltre state inserite funzionalità che permettono di collegare le risorse digitali con le descrizioni archivistiche, facilitando la ricerca e l'accessibilità dei contenuti.

³¹ Link di accesso al sistema SBNCloud: <<https://cloud.sbn.it/>>.

³² Link di accesso al sistema Manus OnLine: <<https://manus.iccu.sbn.it/>>.

³³ Link di accesso al sistema EDIT16: <<https://edit16.iccu.sbn.it/>>.

³⁴ Link di accesso al sistema SIA: <<https://sias-archivi.cultura.gov.it/cgi-bin/pagina.pl>>.

6.1.3 Integrazione con il Sistema di Catalogo di ICCD

Il Sistema CLIO è una piattaforma sviluppata dall'ICCD per la gestione e la consultazione del patrimonio culturale italiano. CLIO consente l'accesso a una vasta gamma di dati relativi a beni archeologici, architettonici, storico-artistici, demo etnoantropologici, scientifici e tecnologici. L'integrazione è in fase di progettazione e procede in stretta collaborazione con il gruppo di lavoro dell'infrastruttura I.PaC. Questo sistema:

- sarà integrato con la *Teca Multimediale* per facilitare l'accesso alle risorse digitali direttamente dal catalogo;
- attiverà la cooperazione applicativa L2, che consentirà una condivisione dei dati più efficiente e sicura tra il sistema di catalogo e I.PaC.

6.2 Integrazione dei sistemi informativi delle Regioni e Province Autonome

Contestualmente al progetto di integrazione dei sistemi informativi degli Istituti centrali, la *Digital Library* è entrata in dialogo anche con le Regioni e Province Autonome al fine di avviare una cooperazione applicativa tra I.PaC e i loro sistemi informativi. Il dialogo si è articolato per fasi combinando un duplice approccio metodologico, quantitativo e qualitativo:

- Fase 1: *l'assessment*. Corrisponde alla fase iniziale dell'attività, è stata svolta tra il 2022 e il 2023 e si è articolata sia in un'indagine volta a censire i sistemi regionali e provinciali tramite questionario (approccio quantitativo), sia in una serie di interviste volte a identificare le caratteristiche di ciascun sistema censito e le intenzioni di cooperazione con I.PaC (approccio qualitativo).

Tutti i sistemi sono stati poi analizzati sulla base di cinque razionali: il livello di maturità digitale; l'intenzione di cooperazione a I.PaC secondo la modalità integrata o federata; il dominio di conoscenza dei dati conservati nel sistema; il numero di risorse digitali; la partecipazione a SBNCloud. Questi razionali hanno permesso di individuare, in accordo con ciascun interlocutore, i sistemi con cui avviare l'effettiva cooperazione applicativa, per un totale di 31 sistemi che conservano dati afferenti al dominio bibliografico, archivistico, ABAP (Fig. 23);



Figura 23. L'immagine mostra i soggetti coinvolti e il percorso operativo di cooperazione

- Fase 2: la *gap analysis*. Corrisponde alla fase centrale del dialogo, è iniziata nell'aprile 2024 ed è attualmente in corso. L'attività si caratterizza in una serie di incontri frontali volti a stimare la distanza esistente tra I.PaC e i sistemi candidati in relazione agli standard di qualità dei dati. Se tali standard non sono soddisfatti, l'ente titolato prima di avviare la successiva fase di cooperazione dovrà adeguare il sistema per favorire l'interoperabilità con l'infrastruttura digitale dell'ecosistema (Fig. 24);
- Fase 3: configurazione e certificazione della cooperazione. Corrisponde alla fase finale in cui i sistemi candidati sono stati correttamente integrati o federati in I.PaC.

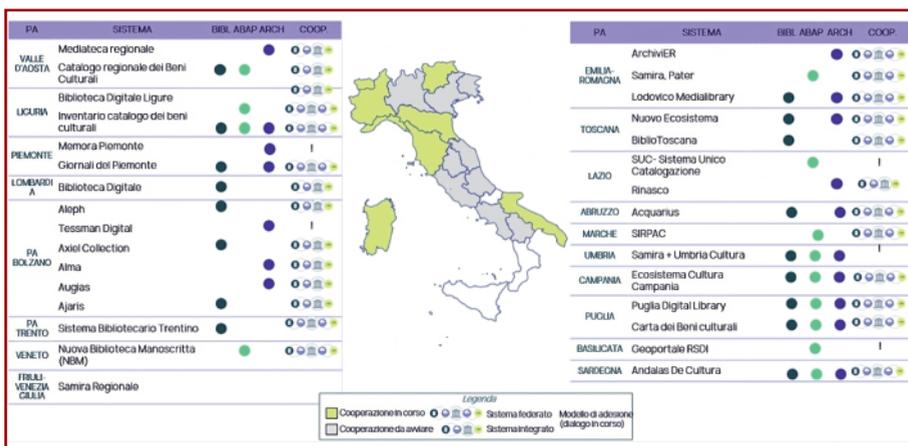


Figura 24. L'immagine mostra le Regioni che hanno risposto alla survey e i sistemi che hanno candidato per la cooperazione con I.PaC. Ciascun sistema è caratterizzato per dominio di conoscenza (bibliografico, archivistico, ABAP).

6.3 Cooperazione con i sistemi terzi: impatti e risultati attesi

L'integrazione dei sistemi terzi in I.PaC mira a generare diversi benefici a lungo termine:

- *accessibilità migliorata*. L'integrazione tra i principali sistemi informativi permette un accesso facilitato a un vasto corpus di risorse digitali per i professionisti della cultura e per il pubblico, supportando la fruizione del patrimonio culturale italiano;
- *centralizzazione e conservazione*. L'infrastruttura I.PaC centralizza l'archiviazione e arricchisce i dati con tecnologie avanzate, migliorando la conservazione a lungo termine;
- *intelligenza artificiale e arricchimento dei contenuti*. Tramite AI, vengono estratte informazioni aggiuntive dalle risorse digitali, creando nuovi contenuti e migliorando l'interazione degli utenti con il patrimonio;
- *efficienza operativa*. La cooperazione applicativa L2 permette un'integrazione fra i contenuti incrementandone la qualità e le potenzialità;
- *interoperabilità avanzata*. L'utilizzo di standard come il *player IIIF* facilita la compatibilità tra i diversi sistemi, assicurando una consultazione trasversale delle risorse archivistiche, bibliografiche e documentarie.

L'integrazione dei sistemi informativi degli Istituti centrali e delle Regioni e Province autonome è un passo essenziale per la creazione di un ecosistema digitale culturale integrato e accessibile. I progressi compiuti finora mostrano il potenziale dell'infrastruttura I.PaC quale strumento centra-

le di riferimento. Le prospettive future prevedono lo sviluppo di nuove funzionalità: continuerà il miglioramento di I.PaC con l'implementazione di nuove capacità che rispondano alle esigenze evolutive del patrimonio culturale. È inoltre previsto il mantenimento della coerenza tra i sistemi, per assicurare la sinergia tra le diverse componenti e garantire la sostenibilità e l'espandibilità del progetto.

7. Conclusioni

L'Ecosistema, come rappresentato visivamente in Fig. 6 di questo contributo, articola la *filiera del dato* in un processo integrato che parte dalla digitalizzazione e gestione delle risorse culturali fino alla loro trasformazione e valorizzazione. Il ciclo di vita dei dati si sviluppa attraverso una serie di fasi interconnesse, che consentono una gestione ottimale del patrimonio culturale digitale, dal momento della sua acquisizione e descrizione fino alla diffusione pubblica e al riuso.

Le diverse piattaforme e ambienti dell'ecosistema si configurano come nodi centrali di una rete che rende possibile un coordinamento efficiente tra enti culturali e istituzioni. Nella fase di digitalizzazione, D.PaC svolge un ruolo cruciale, non solo facilitando la pianificazione e il monitoraggio dei cantieri di acquisizione digitale, ma anche garantendo che i dati acquisiti rispondano a standard di qualità e uniformità.

La gestione del dato all'interno di I.PaC, il vero motore tecnologico dell'intero ecosistema applicativo, si arricchisce ulteriormente grazie all'impiego di grafi di conoscenza e servizi di intelligenza artificiale, i quali consentono di creare connessioni semantiche tra entità culturali differenti, rendendo possibile una navigazione trasversale e un'esperienza di fruizione arricchita.

Infine, la filiera del dato si completa con le fasi dello sviluppo di nuovi servizi derivati e dell'accesso partecipato, grazie alla piattaforma DPaaS e alla Piattaforma di accesso e co-creazione. DPaaS, in particolare, abilita il riuso dei dati del patrimonio da parte di imprese e sviluppatori del settore culturale e creativo, che possono così creare servizi innovativi a valore aggiunto, favorendo una maggiore fruizione, accessibilità e tutela del patrimonio culturale. Questo modello, oltre a supportare la sostenibilità economica del progetto, promuove una cultura del dato che incentiva nuove forme di partecipazione e coinvolgimento del pubblico.

In conclusione, il ciclo di vita dei dati all'interno dell'Ecosistema rappresenta un modello di gestione del patrimonio culturale all'avanguardia, che sfrutta le potenzialità del digitale per rendere il patrimonio culturale accessibile, interattivo e dinamico. Questo progetto di sviluppo integrato, infatti, non solo permette di superare le frammentazioni tradizionali tra archivi, musei e biblioteche, ma anche di creare un contesto in cui il patrimonio culturale può essere arricchito, studiato e riutilizzato, trasformandosi in una risorsa attiva per la conoscenza e l'innovazione.

The article explores the vision and objectives of the National Digital Ecosystem for Culture, an ambitious project developed within the framework of Italy's National Recovery and Resilience Plan (PNRR) to transform the country's cultural heritage through digital innovation. At the heart of this initiative lies a technological infrastructure that interconnects institutions and systems, creating a dynamic and interactive environment designed to enhance cultural heritage as a public resource. The ecosystem redefines the value chain, fostering access, preservation, and reuse of cultural data through a multi-level governance model that incorporates innovative tools such as artificial intelligence and co-creation platforms.

Conceived to address structural challenges such as the digital divide and the fragmentation of digitization projects, the model is structured around four interconnected digital environments: the platform for digitization (D.PaC), the infrastructure for data management (I.PaC), the laboratory for data-driven product development (DPaaS), and the portal for public access and co-creation. Through this approach, the ecosystem not only increases the cultural sector's competitiveness but also expands heritage accessibility to diverse audiences, encouraging active participation and stimulating the cultural market. The article provides a strategic and operational perspective on how cultural heritage can evolve into an integrated, innovative, and sustainable ecosystem, positioning itself as a key driver for the country's social and economic development.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Pubblicazioni

Michael Berthold et al. *Guide to Intelligent Data Science: How to Intelligently Make Use of Real Data*. Guildford: Springer, 2020.

Luigi Cerullo — Antonella Negri. *L'infrastruttura software per il patrimonio culturale (ISPC) come abilitatore di un Ecosistema digitale nazionale del patrimonio culturale*. «Digitalia. Rivista del digitale nei beni culturali», 18 (2023), n. 1, p. 38–50.
<<https://doi.org/10.36181/digitalia-00059>>.

Commissione europea. Direzione generale dell'Istruzione, della gioventù, dello sport e della cultura. *Quadro d'azione europeo sul patrimonio culturale*. Ufficio delle pubblicazioni, 2019.
<<https://data.europa.eu/doi/10.2766/622226>>.

Commissione europea. *Digital Economy and Society Index 2021: overall progress in digital transition but need for new EU-wide efforts*. Ufficio delle pubblicazioni, 28 luglio 2022

Margherita Porena — Antonella Negri — Luigi Cerullo. *I.PaC: the National Data Space for Cultural Heritage*. In: *Proceedings of the Ital-IA Intelligenza Artificiale - Thematic Workshops (Ital-IA 2024)*, Naples, Italy, May 29–30, 2024. <<https://ceur-ws.org/Vol-3762/484.pdf>>.

Foster Provost — Tom Fawcett. *Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking*. Beijing: O'Reilly Media, 2013.

Linee guida e riferimenti normativi essenziali

Codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 24 gennaio 2004, n. 42.

Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD), di cui al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82.

Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la società (Convenzione di Faro), 27 ottobre 2005, ratificata dall'Italia con la legge 1° ottobre 2020, n. 133.

Raccomandazione della Commissione sulla digitalizzazione e l'accessibilità in rete dei materiali culturali e sulla conservazione digitale (2011/711/UE), Commissione Europea, 27 ottobre 2011.

Conclusioni del Consiglio relative al patrimonio culturale come risorsa strategica per un'Europa sostenibile (2014/C 183/08), Consiglio dell'Unione europea, 21 maggio 2014.

Conclusioni del Consiglio sulla governance partecipativa del patrimonio culturale (2014/C 463/01), Consiglio dell'Unione europea, 23 dicembre 2014.

Direttiva (UE) 2019/1024 relativa all'apertura dei dati e al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico, Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea, 20 giugno 2019, recepita con

decreto legislativo 24 gennaio 2006, n. 36 e successive modifiche e integrazioni, testo in vigore dal 15 dicembre 2021.

Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione 2024-2026, Agenzia per l'Italia Digitale e Dipartimento per la Trasformazione Digitale.

Raccomandazione della Commissione sulla creazione di uno spazio dei dati europeo per il patrimonio culturale (UE) 2021/1970, Commissione europea, 10 novembre 2021.

Linee Guida sull'infrastruttura tecnologica della Piattaforma Digitale Nazionale Dati per l'interoperabilità dei sistemi informativi e delle basi di dati, ai sensi dell'articolo 50-ter, comma 2 del CAD, Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), 10 dicembre 2021.

Spese per l'informatica con particolare riguardo alla digitalizzazione del patrimonio culturale italiano (2016-2020), Corte dei Conti, 12 ottobre 2022.

Linee Guida Tecnologie e standard per la sicurezza dell'interoperabilità tramite API dei sistemi informatici, lettera b, comma 3-ter articolo 73 e dell'articolo 51 del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), 13 dicembre 2022.

Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici, Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), 21 dicembre 2022.

Linee guida per la digitalizzazione del patrimonio culturale, in: *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023*. Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, 30 giugno 2022.

Linee guida per la redazione del Piano di gestione dei dati, in: *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023*, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, 30 giugno 2022.

Linee guida per l'acquisizione, la circolazione e il riuso delle riproduzioni dei beni culturali in ambiente digitale, in: *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023*, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, 30 giugno 2022.

Linee guida per la classificazione di prodotti e servizi digitali, processi e modelli di gestione, in: *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023*, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, 30 giugno 2022.

Introduzione alla metodologia per la valutazione della maturità digitale degli istituti culturali, in: *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023*, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, 30 giugno 2022.

Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023, versione 1.1, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale - Digital Library, gennaio 2023.

Linee Guida sull'interoperabilità tecnica delle Pubbliche Amministrazioni, lettera b, comma 3-ter articolo 73 del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, Versione 1.2, Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), 29 novembre 2023.