



ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

DOSSIER

ENEA E LE TECNOLOGIE PER IL PATRIMONIO CULTURALE

Workshop

DISTRETTI E TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI

24 ottobre 2007

Roma

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	5
2	QUADRO DI RIFERIMENTO	6
	2.1 I protocolli di intesa tra ENEA e MiBAC.....	7
3	OFFERTA ENEA	8
	3.1 Diagnostica avanzata per la conservazione ed il restauro.....	8
	3.1.1 Le tecnologie.....	8
	3.1.2 Le competenze	9
	3.1.3 Le prospettive	9
	3.2 Caratterizzazione strutturale e prevenzione dei rischi naturali	10
	3.2.1 Le tecnologie.....	10
	3.2.2 Le competenze	10
	3.2.3 Le prospettive.....	11
	3.3 Uso sostenibile e gestione dei rischi ambientali ed antropici.....	12
	3.3.1 Le tecnologie.....	12
	3.3.2 Le competenze	12
	3.3.3 Le prospettive.....	13
	3.4 Information and Communications Technology.....	14
	3.4.1 Le tecnologie.....	14
	3.4.2 Le competenze	14
	3.4.3 Le prospettive.....	15
	3.5 Formazione ed aggiornamento professionale.....	16
	3.5.1 Le tecnologie.....	16
	3.5.2 Le competenze	16
	3.5.3 Le prospettive.....	17
4	IL PROGETTO ENEA PER IL PATRIMONIO CULTURALE	18
	4.1 L'idea progettuale	18
	4.2 Linea progettuale 1 – Network multidisciplinare di laboratori	20
	4.3 Linea Progettuale 2 – Tecnologie innovative per il Turismo Culturale	21
	4.4 Le opportunità offerte dai settori affini	23

1 INTRODUZIONE

Il documento propone una sintesi delle attività svolte dall'ENEA nell'ambito delle tematiche connesse con la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del Patrimonio Culturale nazionale. È così strutturato:

- ◆ **QUADRO DI RIFERIMENTO**

La sezione tratta alcuni elementi di contesto presi a riferimento per definire un piano di valorizzazione delle competenze ENEA e per formulare il progetto ENEA per il patrimonio culturale.

- ◆ **OFFERTA ENEA**

Nell'ambito della sezione viene delineata la mappa delle competenze dell'ENEA nel settore delle tecnologie applicate al Patrimonio Culturale, con particolare attenzione ai requisiti necessari alla effettuazione di interventi coordinati.

- ◆ **PROGETTO ENEA PER IL PATRIMONIO CULTURALE**

In questa sezione viene esposto il piano progettuale dell'ENEA in termini di visione complessiva, linee progettuali e obiettivi.

Particolare attenzione è dedicata all'analisi delle tecnologie messe a punto dall'Ente, per definirne il posizionamento rispetto al mercato sulla base di parametri, quali: la ricerca, il servizio, le infrastrutture e le attività di consulenza. In questo contesto, sono considerati elementi chiave per il successo del progetto la capacità di coinvolgere attivamente **imprese esterne**, incluse le società partecipate, nonché la possibilità di stimolare la **creazione di nuove società**.

Il progetto ENEA per il patrimonio culturale, che si caratterizza per la sua struttura modulare e per il forte riferimento alle attività sul territorio, è strutturato in modo tale da garantire:

- ◆ la massima **flessibilità** per effettuare specifici interventi in collaborazione con Istituzioni ed Imprese in ben definiti contesti territoriali (ad esempio, operando nell'ambito dei **Distretti Culturali**);
- ◆ il **controllo e monitoraggio dello stato di avanzamento delle attività** per gestire e coordinare gli interventi e le interazioni con i diversi partner a livello nazionale ed internazionale.

Il sito istituzionale <http://www.enea.it> ed il portale tematico sulle specifiche attività <http://patrimonioculturale.enea.it> possono costituire un riferimento costantemente aggiornato sulle attività progettuali, sugli ambiti di ricerca e sui principali eventi del settore che vedono la partecipazione dell'Ente.

2 QUADRO DI RIFERIMENTO

Da oltre venti anni l'ENEA è impegnato in attività volte alla **conoscenza, conservazione, fruizione e valorizzazione** del patrimonio artistico e culturale del Paese.

Partendo dal **bagaglio scientifico** accumulato con le attività di ricerca e sviluppo nei settori delle **Nuove Tecnologie, Energia ed Ambiente**, l'Ente ha iniziato, a fianco degli esperti del settore dei beni culturali, un processo di adattamento, orientamento ed ampliamento delle proprie conoscenze tecnologiche per rispondere alla specifica domanda che proviene dal settore dei Beni Culturali.

Oggi l'ENEA, valorizzando le proprie capacità di operare in ambiti interdisciplinari e di attivare processi di fertilizzazione incrociata, **può mettere a disposizione del Paese competenze avanzate, tecnologie sofisticate, strutture di prova complesse, capacità di elaborazione e interpretazione dei risultati** per la Conservazione del Patrimonio Culturale.

Su tali basi l'Ente ha effettuato ed effettua **indagini e interventi per conto di** organismi del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, di Enti locali, di Istituzioni pubbliche e di privati, anche operando **nell'ambito di programmi di ricerca nazionali e internazionali**.

Oltre che nello sviluppo e nell'applicazione, l'ENEA è impegnato anche nel **trasferimento di tecnologie e conoscenze** a tutti coloro che operano nel settore.

Nello svolgimento delle suddette attività di ricerca e di trasferimento tecnologico, l'ENEA è stato costantemente coinvolto in tutte le fasi del processo che parte dalle attività conoscitive del Patrimonio Culturale e, attraverso le fasi di **conservazione**, di **fruizione** e valorizzazione, si finalizza nella **gestione** dei beni culturali.

Dal modello emerge infatti che il **Bene Culturale è una risorsa**, ma la sua **sostenibilità** determina un'ampia serie di esigenze. Tra le esigenze sono di grande complessità quelle relative all'**ampia diversificazione dei materiali e delle caratteristiche dei Beni ed alla varietà degli interventi**, che devono essere caratterizzati da livelli qualitativi di assoluta eccellenza.

Le competenze necessarie per affrontare tali complessità esistono nel Paese: si sono spesso sviluppate in **settori di ricerca ed industriali differenti** e sono potenzialmente applicabili al settore dei Beni Culturali, ma né le esigue risorse pubbliche, né gli sponsor privati, interessati soprattutto ad un effetto d'immagine, possono far sì che queste **potenzialità si trasformino spontaneamente in una vera e propria offerta**.

Un ulteriore spunto di riflessione per la definizione del quadro di riferimento complessivo è costituito dall'elemento di **discontinuità tecnologica** introdotto nel sistema dall'utilizzo di tecnologie innovative risultanti da ricerche che sono nate negli ambiti di ricerca istituzionali dell'Ente e che possono essere applicate alla conoscenza, conservazione e fruizione del Patrimonio Culturale. A titolo di esempio, nell'ambito della conservazione dei Beni e per l'individuazione delle possibili cause di degrado e nella stima del conseguente indice di rischio ENEA è in grado di combinare i risultati provenienti da:

- ◆ **tecnologie delle particelle;**
- ◆ **tecnologie delle radiazioni;**
- ◆ **qualificazione dei materiali.**

Il Paese necessita quindi di **strumenti di sostegno, di orientamento e di incentivazione**. Prerequisiti per garantire l'efficacia di tali strumenti sono:

- ◆ la capacità di **attirare risorse private** garantendo una **continuità nella domanda di servizi;**

- ◆ la certezza di disporre di **referenti scientifici** che validino le procedure, propongano e sperimentino **linee guida e normative** praticabili e trasferiscano con continuità i risultati della ricerca;
- ◆ la possibilità di garantire la **qualità elevata dell'offerta**, proponendo nuove **aggregazioni ed integrazioni delle capacità esistenti** e la creazione di nuove organizzazioni e nuovi **laboratori "aperti"**;
- ◆ l'integrazione tra la cultura umanistica e quella scientifica attraverso la costituzione di opportuni gruppi di competenza;
- ◆ l'attenzione ai **mercati affini** quali, ad esempio il turismo culturale e l'edilizia che consentono di drenare competenze, tecnologie e risorse a vantaggio del settore.

2.1 I protocolli di intesa tra ENEA e MiBAC

Il **Protocollo d'Intesa tra ENEA ed il Dipartimento per la Ricerca, l'Innovazione e l'Organizzazione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali**, formalizzato in data 14-07-2005, costituisce un quadro di riferimento unitario per gli Accordi tra ENEA e MiBAC. Nell'ambito del Protocollo d'Intesa, l'ENEA e il citato Dipartimento del MiBAC si impegnano a collaborare per la predisposizione e realizzazione di progetti d'interesse nazionale riguardanti:

- ◆ diagnostica avanzata dei materiali;
- ◆ monitoraggio del patrimonio edilizio e storico monumentale ai fini della sicurezza statica;
- ◆ studio e sviluppo di nuovi dispositivi e materiali ai fini della resistenza alle sollecitazioni sismiche del patrimonio edilizio e storico monumentale;
- ◆ sviluppo di sistemi di informatizzazione e di supporto all'informatizzazione della Pubblica Amministrazione e delle Regioni per la catalogazione dei Beni Culturali;
- ◆ promozione della collaborazione internazionale nel settore;
- ◆ promozione di alta formazione nei settori di intervento, anche mediante tecnologie e metodologie *di e-learning*.

Il Protocollo d'Intesa viene attuato attraverso appositi Accordi Esecutivi che individuano concrete iniziative da realizzarsi congiuntamente e disciplinano la realizzazione delle iniziative stesse e i relativi contenuti progettuali, economici e finanziari.

Per completare la panoramica dei Protocolli d'Intesa esistenti tra ENEA e MiBAC, vanno evidenziati:

- ◆ **Protocollo d'Intesa tra ENEA - MiBAC – CRUI** (Conferenza dei Rettori delle Università Italiane) in tema di ricerca, studi e formazione nel settore della catalogazione dei Beni Culturali;
- ◆ **Protocollo d'Intesa tra ENEA – ICCD – ANMS** (Associazione Nazionale dei Musei Scientifici) in tema di ricerca, studi e formazione nel settore della catalogazione dei Beni Culturali scientifici e naturalistici.

Elevato è infine il numero delle Convenzioni stipulate tra l'ENEA e i differenti Istituti del Ministero per lo svolgimento di singole attività di ricerca e di studio svolte dai ricercatori dell'Ente di Ricerca in diretta collaborazione con i funzionari del Ministero.

3 OFFERTA ENEA

Nel Progetto ENEA per il Patrimonio Culturale, al fine di una più ampia sistematizzazione delle attività di ricerca inerenti tematiche connesse con la conservazione, valorizzazione e fruizione del Patrimonio Culturale, sono state individuate le seguenti linee programmatiche:

- ◆ Diagnostica avanzata per la conservazione ed il restauro;
- ◆ Caratterizzazione strutturale e prevenzione dei rischi naturali;
- ◆ Uso sostenibile e gestione dei rischi ambientali e antropici;
- ◆ Tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni;
- ◆ Formazione e aggiornamento professionale.

3.1 Diagnostica avanzata per la conservazione ed il restauro

L'attività di diagnostica è basata principalmente su radiografie, gammagrafie e fluorescenza indotta ed ha costituito storicamente, a partire dagli anni '80, il nucleo iniziale delle competenze ENEA nel settore dei Beni Culturali. Gli esperti ENEA, in collaborazione con il personale tecnico della Pubblica Amministrazione, hanno effettuato in venti anni oltre mille interventi: le richieste più frequenti riguardano soprattutto il settore dei dipinti e le indagini radiografiche o gammagrafiche su oggetti tridimensionali.

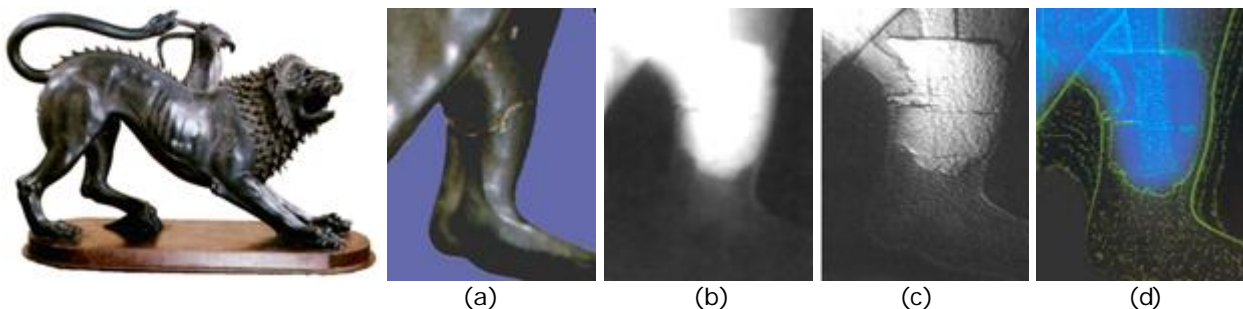
3.1.1 Le tecnologie

Negli interventi diagnostici su opere d'arte effettuati dall'Ente vengono utilizzate tecniche basate sull'uso di radiazioni (ionizzanti e non) e di particelle.

Tra le tecniche più utilizzate figurano: fluorescenza x, radiografia e gammagrafia, riflettografia infrarossa, spettrofotometria colorimetrica, attivazione neutronica ecc. Il gruppo di diagnostica dell'ENEA ha raccolto in oltre venti anni di attività una casistica eccezionale su ceramiche, vetri, leghe metalliche, mosaici e dipinti eseguiti su supporti di differente natura (tele, tavole, muro, cuoio, lapidei, carta ecc.).

Nelle indagini diagnostiche le differenti tecnologie sono spesso utilizzate in modo complementare: un esempio è quello della lettura riflettografica nell'infrarosso, che è complementare alla radiografia per la visione dei pentimenti dei pittori nei dipinti su differenti superfici, in quanto consente di indagare al di sotto dello strato pittorico più esterno.

Un'altra competenza da evidenziare riguarda il settore della spettrofotometria colorimetrica: una tecnica che, attraverso la misura del colore in se stesso, permette la valutazione delle variazioni cromatiche di superfici pittoriche, effettuando misure prima e dopo il restauro o confrontando medesimi colori scaturiti da pigmenti diversi.



Radiografie de "La Chimera d'Arezzo": particolare della frattura della zampa posteriore sinistra (a), radiografia della frattura (b), radiografia elaborata con accentuazione dei contrasti (c) e con la tecnica dello pseudocolore (d)

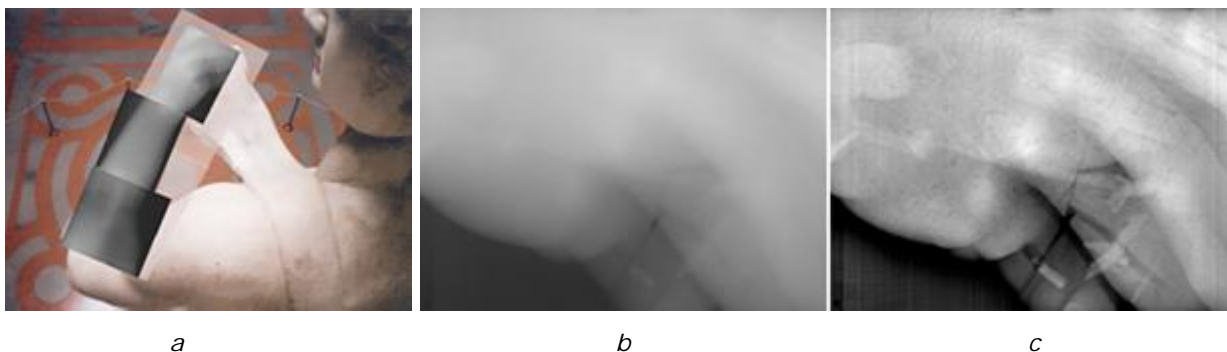
3.1.2 Le competenze

Utilizzando competenze specifiche e tecniche analitiche avanzate, quali ad esempio analisi chimiche, fisiche, meccaniche, distruttive e non-distruttive, l'ENEA effettua:

- ◆ indagini sulla struttura delle opere;
- ◆ caratterizzazione dei materiali utilizzati;
- ◆ comprensione della tecnica costruttiva;
- ◆ studi sulla genesi delle opere;
- ◆ determinazione dello stato di conservazione;
- ◆ individuazione dei fattori di danno e comprensione delle correlazioni causa-effetto.

Va infine evidenziato che l'ENEA ha formalizzato alcune partecipazioni in consorzi che, pur operando principalmente in settori differenti da quello del Patrimonio Culturale, hanno acquisito e sviluppato tecnologie che possono essere applicate in attività di servizio ed interventi dimostratori nell'ambito di progetti finanziati per il Patrimonio Culturale. Per quanto riguarda le attività in esame, va evidenziato il lavoro svolto dal **CETMA** (Centro di progettazione, design e Tecnologie dei Materiali), consorzio partecipato da ENEA. Il CETMA è un centro di ricerca applicata e di ingegneria industriale avanzata con specifiche competenze nei seguenti ambiti:

- ◆ ingegneria dei materiali: il consorzio svolge attività di coordinamento di attività di ricerca applicata nel settore dei materiali avanzati, favorendo lo sviluppo di prodotti e processi innovativi;
- ◆ caratterizzazione sperimentale (in laboratorio e *in situ*) e applicazione in opera di tecnologie e nuovi materiali di consolidamento strutturale e di adeguamento e miglioramento sismico;
- ◆ progettazione di interventi mirati al risparmio energetico e ad un uso razionale dell'energia.



Gammagrafie del "David". Posizionamento delle gammagrafie del braccio (a), gammagrafia originale della mano (b) e versione elaborata (c) con ben visibili i frammenti e i perni usati per la ricomposizione

Tra gli oltre mille interventi effettuati dall'ENEA possono essere citati, a titolo di esempio, quelli riguardanti: la Chimera di Arezzo, il Crocefisso di Santa Maria Novella di Giotto, il Polittico di Sant'Agostino di Pietro Perugino, la Deposizione di Raffaello, il David di Michelangelo, il ritratto di Madame Ginoux di Van Gogh ecc.

3.1.3 Le prospettive

La natura dei materiali, delle tipologie di opere e il grado di complessità delle tecniche usate rendono ogni intervento pressoché unico; ciò nonostante, appare necessario effettuare un tentativo di approccio sistemico, anche caratterizzando gli interventi su base tipologica, materica e tecnologica per consentire, con il tempo, di passare da una serie di interventi singoli ad una sorta di carta degli interventi. Inoltre l'ENEA potrà definire Convenzioni stabili con le diverse Istituzioni, in modo da programmare gli interventi sia sulla base delle priorità delle specifiche richieste, sia sull'effettiva sostenibilità delle strutture nazionali di ricerca.

3.2 **Caratterizzazione strutturale e prevenzione dei rischi naturali**

Le attività dell'Ente in questo ambito hanno dato un contributo consistente nella formalizzazione delle Linee guida per la salvaguardia dei Beni Culturali dai rischi naturali di interesse del Ministero dei Beni Culturali, del Ministero della Ricerca, del Ministero dell'Ambiente, delle Soprintendenze e delle Amministrazioni locali.

3.2.1 **Le tecnologie**

L'ENEA ha messo a punto tecnologie e processi per la definizione delle condizioni di conservazione dei beni, l'individuazione delle possibili cause di degrado e la stima del conseguente indice di rischio. Tra le tecnologie più significative vi sono:

- ◆ tecnologie per prove meccaniche e qualificazione ambientale;
- ◆ tecnologie delle particelle;
- ◆ tecnologie delle radiazioni.

In questi ambiti l'ENEA ha ottimizzato e valorizzato la sua esperienza in relazione a:

- ◆ prove meccaniche su componenti strutturali prima e dopo interventi di rinforzo;
- ◆ prove di invecchiamento accelerato in camera climatica del sistema substrato-materiale;
- ◆ trattamenti di ablazioni tramite laser;
- ◆ misure stratigrafiche mediante spettroscopia laser;
- ◆ rivelazione di bioattacchi ed evidenziazione di precedenti restauri mediante tecniche di fluorescenza laser;
- ◆ trattamenti superficiali con la tecnologia dei film sottili per conferire ai vetri specifiche caratteristiche ottiche.

3.2.2 **Le competenze**

◆ **Caratterizzazione strutturale e miglioramento sismico dei beni architettonici**



L'ENEA dispone di specifiche competenze metodologiche e di strumentazione avanzata per le attività di studio dei principali fattori strutturali ed architettonici che influenzano la risposta sismica e per le configurazioni strutturali di protezione sismica degli edifici con vincolo storico-artistico. Tecniche specialistiche riguardano: la progettazione di interventi di adeguamento e miglioramento sismico, la realizzazione di sistemi e dispositivi antisismici innovativi (isolamento sismico, leghe a

memoria di forma e altri sistemi dissipativi), la conoscenza delle tecniche convenzionali di costruzione e dei materiali (in particolare muratura, legno, gomma e acciaio), l'analisi numerica, la realizzazione di campagne sperimentali *in situ* e in laboratorio, il rilievo geometrico e del danno, lo studio delle evidenze sismiche nei monumenti antichi.

In tale ambito, devono essere evidenziate le svolte dal **Consorzio TRE** (Tecnologie per il Recupero Edilizio), cui partecipa l'ENEA. Il consorzio, che include tra i suoi soci anche una società di costruzioni, detiene le competenze per aprire e gestire cantieri edilizi, e risulta essenziale per la realizzazione di interventi dimostratori. Il Consorzio si propone come un candidato per tradurre i risultati delle ricerche ENEA in attività di servizio, soprattutto per la protezione dai rischi naturali e l'uso sostenibile, oltre che per la realizzazione di strumenti software utili per la progettazione.

◆ **Tecnologie innovative per la caratterizzazione di superfici**

In questo ambito sono state sviluppate le seguenti linee tematiche integrate per utilizzo *in situ*, sia remoto che semi-remoto, sia in ambiente terrestre che marino:

- caratterizzazione morfologica e strutturale con differenti sistemi di visione;
- caratterizzazione spettroscopica degli strati esterni di rivestimento;
- analisi chimica elementare della composizione dei primi strati;
- caratterizzazione strutturale mediante tecniche laser interferometriche o sistemi in fibra ottica;
- pulizia laser delicata per rimozione di strati superficiali.

◆ **Tutela dei Beni Culturali dalle dinamiche idrogeologiche**

L'ENEA dispone di competenze in ambiti disciplinari afferenti alla Geologia e Geomorfologia Applicata per la valutazione del rischio idrogeologico a cui sono soggetti i Beni Culturali. L'analisi complessiva del rischio viene formulata integrando differenti metodologie e strumenti tecnici: lo studio dei fenomeni viene effettuato tramite attività di rilevamento e monitoraggio integrato (in sottosuolo, superficiali, radar-satellitari), e conduce poi, tramite modellazioni geomorfo-logiche e geotecniche, alla previsione spaziale e temporale della loro possibile evoluzione. I dati risultanti da tali analisi sono infine memorizzati ed elaborati per porre in essere opere, strutturali e non, di protezione del bene stesso.

In questo ambito, vanno evidenziate le collaborazioni dell'ENEA con Istituzioni nazionali ed internazionali (tra cui **UNESCO**) nelle quali sono state impiegate tecnologie e sistemi avanzati quali: radar terrestre e satellitare, interferometria SAR, sistemi di monitoraggio a terra, sistemi informativi territoriali, rendering fotografici, difrattometrie, riprese aeree stereoscopiche, fotogrammetria digitale, camera climatica, tomografia elettronica, georadar.

Una breve lista degli interventi più significativi include: Machu Picchu in Perù, la rupe ed i Buddha di Bamyian in Afghanistan, i Monasteri rupestri di Basarabi, Sucevitza, Popauti e Balinesti in Romania, Chiesa di SS Trinità di Hrastovlje (Slovenia).



3.2.3 Le prospettive

L'insieme delle competenze di cui dispone l'Ente nell'ambito della caratterizzazione strutturale, della prevenzione dei rischi naturali, della conservazione, salvaguardia e manutenzione del Patrimonio Culturale consente un forte posizionamento su specifici ambiti di ricerca quali, ad esempio, l'utilizzo di Radar Ottici (monocromatici e a colori; di superficie e subacquei) e la visione tridimensionale in ambienti ostili o in ambienti di accesso difficoltoso (ad esempio affreschi presenti in grotte). Altrettanto promettenti sono le possibilità offerte dalle ricerche svolte dall'ENEA nell'ambito della prevenzione dei rischi naturali, e in particolare dei rischi sismici, che trovano nella salvaguardia del Patrimonio Culturale un settore applicativo di grande rilevanza.

3.3 Uso sostenibile e gestione dei rischi ambientali ed antropici

È noto che la fruizione del patrimonio artistico nazionale ha come limite naturale la necessità di garantire la salvaguardia delle opere da ogni possibile causa di degrado di natura sia ambientale, sia antropica: è importante quindi individuare e analizzare specifici parametri quantitativi che definiscano i limiti di uso sostenibile per le differenti opere d'arte.

Le attività relative all'inquinamento atmosferico sono articolate in due principali approcci che si integrano e sostanziano vicendevolmente: lo sviluppo di modelli di dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti atmosferici e la caratterizzazione fisica del particolato outdoor e indoor. Tali competenze hanno permesso di effettuare esperienze applicate allo studio degli effetti dell'inquinamento ambientale sui Beni Culturali.

3.3.1 Le tecnologie

I dati ambientali acquisiti vengono archiviati ed analizzati secondo le procedure individuate dalla norma UNI 10969, al fine di definire l'indice di rischio di conservazione, tipico per ciascuna delle grandezze individuate:

- ◆ termico;
- ◆ idrometrico;
- ◆ termo-igrometrico superficiale;
- ◆ da radiazioni luminose e uv;
- ◆ da presenza di inquinanti.

I dati acquisiti ed analizzati vengono inoltre impiegati nello svolgimento della attività di simulazione ed ausilio alla progettazione.

L'attività in questo campo, basata sulla simulazione di processi termodinamici, è finalizzata alla progettazione di interventi di recupero di edifici storico – museali ed alla realizzazione di strutture di protezione di siti archeologici (coperture). L'impiego dei modelli di simulazione dinamica consente di calcolare su base oraria le principali grandezze microclimatiche che si determinino all'interno di un ambiente confinato, una volta che siano noti:

- ◆ il clima esterno;
- ◆ le caratteristiche termo-fisiche delle pareti e degli elementi trasparenti che delimitano lo spazio di conservazione;
- ◆ le condizioni d'uso dell'ambiente (presenza di persone, accensione di impianti ecc.).

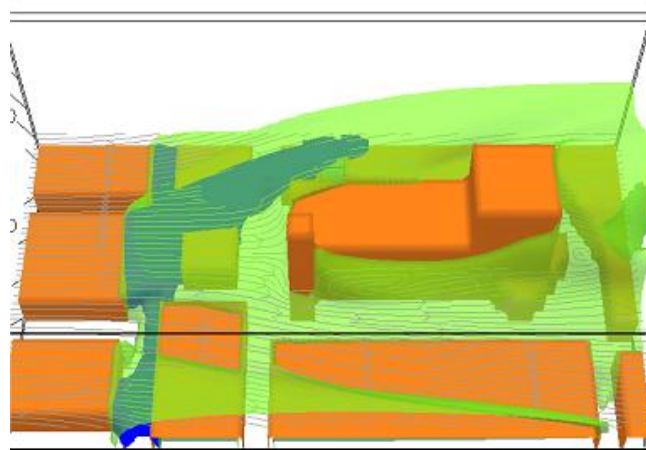
Tra le tecnologie utilizzate nei diversi interventi sono da evidenziare: analisi chimiche del particolato atmosferico, analisi termo-igrometriche superficiali, analisi con radiazioni luminose e UV, modelli di simulazione per la progettazione delle coperture dei Beni Culturali, microscopia ottica, microscopia elettronica a scansione, microanalisi elettronica, analisi con marcatori molecolari, analisi fotogeologiche, cromatografia, studi di rivestimenti ottici a film sottile su lastre di vetro.

3.3.2 Le competenze

L'ENEA ha sviluppato modelli che sono stati messi a punto in specifici interventi su opere d'arte per l'interpretazione di dati relativi a:

- ◆ processi di dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti atmosferici;
- ◆ caratterizzazione fisica del particolato per opere conservate in musei e gallerie, e per opere all'aperto;
- ◆ analisi chimiche;
- ◆ analisi climatiche.

L'ENEA dispone, inoltre, di una ventennale esperienza nel settore dei trattamenti superficiali su vetro che vengono eseguiti con la tecnologia dei film sottili. Il loro funzionamento si basa su fenomeni di interferenza della radiazione elettromagnetica e le tecniche utilizzate per la sua realizzazione consistono nella deposizione in vuoto di materiali selezionati sulla superficie del vetro. Con questi trattamenti si ottengono vantaggi non solo nella conservazione, grazie al il filtraggio della luce emessa dalle differenti sorgenti di illuminazione, ma anche in termini di fruizione delle opere, poiché si riducono i tipici riflessi che disturbano l'osservatore quando l'oggetto esposto è protetto da un vetro.



Distribuzione del CO da traffico veicolare

In questo ambito, deve essere segnalato il Programma "International cooperative Programme of effects of Air Pollution on Materials including Cultural Monuments" (ICP Materials). Al programma, presieduto dall'ENEA, aderiscono 18 paesi Europei, USA, Canada ed Israele con 30 stazioni di monitoraggio e di esposizione di materiali.

A livello territoriale va, infine, evidenziato l'utilizzo di metodologie innovative consapevoli per il recupero sostenibile di centri storici che ha come progetto pilota il recupero del centro storico di Serravalle (comune di Vittorio Veneto).

3.3.3 Le prospettive

L'uso sostenibile del Patrimonio Culturale è indubbiamente una delle tematiche più sentite poiché si innesta nell'ampia discussione del corretto bilanciamento tra la necessità di garantire la conservazione del patrimonio e, contemporaneamente, di ottimizzarne la fruizione. Gli ambiti applicativi e, quindi, le potenzialità delle attività di ricerca in questo settore sono enormi, poiché abbracciano molte tipologie di Beni Culturali: sia i beni mobili, per la conservazione in ambiente confinato, sia gli stessi contenitori (Musei, Gallerie...), che, oltre a garantire la corretta conservazione delle opere contenute, costituiscono essi stessi oggetto di tutela in quanto beni architettonici. Il network promosso dall'ENEA potrà quindi costituire in questo ambito un forte elemento di attrazione per interventi di ampio respiro nazionale ed internazionale.

3.4 Information and Communications Technology

In questa linea programmatica sono state comprese una serie di attività riconducibili alle seguenti tematiche:

- ◆ modellazione e ricostruzione virtuale 3d;
- ◆ intelligenza artificiale;
- ◆ sistemi informativi per la catalogazione.

3.4.1 Le tecnologie

◆ Modellazione e ricostruzione virtuale 3D

- sistemi di proiezione tridimensionale con possibilità d'interazione dell'utente con la scena;
- proiettori ottici per ologrammi e immagini convenzionali;
- codici di calcolo di analisi strutturale;
- elaborazioni dinamiche tridimensionali;
- laser 3D per rilevamento di grandi strutture.

◆ Intelligenza Artificiale

- logica fuzzy;
- reti neurali;
- case-based reasoning;
- machine learning.

◆ Sistemi informativi per la catalogazione

- sistemi multimediali;
- sistemi informativi territoriali;
- sistemi di filtraggio dei dati per la tutela e la privacy;
- sistemi di modellazione delle utenze per la fruizione.

3.4.2 Le competenze

- ◆ La **Realtà Virtuale** è una tecnologia che offre al settore dei Beni Culturali molteplici opportunità: dalla catalogazione di oggetti tridimensionali, all'allestimento di musei e mostre virtuali, dalla documentazione di interventi di restauro, alla ricostruzione di siti archeologici e di ambienti complessi non accessibili al grande pubblico.



Ricostruzione del polittico di Sant'Agostino del Perugino

Un elemento essenziale delle realizzazioni sviluppate dall'Ente è l'interattività che consente all'utente di muoversi in un ambiente, cambiare visuale e compiere alcune azioni come se fosse presente nella scena. Tra le ricostruzioni virtuali si evidenziano gli interventi di: ricostruzione virtuale del guerriero di Ceri e del suo contesto ambientale, ricostruzione del Complesso delle Sette Chiese di Bologna.



Ricostruzione del guerriero di Ceri

- ◆ Le applicazioni di **Intelligenza Artificiale** sviluppate in ENEA nell'ambito della fruizione del Patrimonio Culturale si sono orientate sulla tematica del filtraggio selettivo della rilevante quantità di informazioni che viene messa a disposizione degli utenti dal mondo di Internet.
- ◆ Infine, nell'ambito delle attività finalizzate ad ampliare la conoscenza del Patrimonio Culturale nazionale, l'ENEA ha curato la progettazione di due importanti **sistemi informativi per la catalogazione**:
 - **sistema del catalogo nazionale dei Beni Culturali** che, utilizzato nell'ambito del territorio nazionale dalle istituzioni statali preposte alla catalogazione, rende attualmente fruibili oltre due milioni di Beni Culturali ed assicura la catalogazione informatizzata e certificata delle diverse tipologie di beni;
 - **sistema di catalogazione della Regione Siciliana** che, completamente integrato con il sistema nazionale, dispone di un patrimonio di circa un milione di Beni Culturali e connette settantacinque istituzioni (soprintendenze, musei, gallerie) distribuite sul territorio regionale.

3.4.3 Le prospettive

Il settore dell'ICT è, per sua natura, trasversale rispetto al dominio applicativo e le relative competenze, presenti in ENEA, potranno essere facilmente ricondotte a sistema così da pervenire ad un'offerta unitaria e completa. Il loro ambito di elezione è facilmente individuabile nella fruizione e valorizzazione del Patrimonio Culturale. I destinatari di queste attività sono molteplici per i diversi settori: le Istituzioni museali per la realtà virtuale, Regioni ed Enti Locali per i sistemi informativi territoriali, Stato e Regioni per i sistemi informativi per la catalogazione e, infine gli organismi pubblici e privati che operano in campi quali il turismo culturale, l'editoria ed i servizi culturali.

3.5 Formazione ed aggiornamento professionale

Le competenze di cui dispone l'ENEA nell'ambito della formazione ed aggiornamento professionale nel settore delle attività culturali, specificamente della catalogazione del Patrimonio Culturale scientifico e tecnologico, hanno trovato riconoscimento in ambito accademico e tecnico-scientifico nazionale.

L'ENEA, utilizzando le metodologie e gli strumenti propri dell'*e-learning*, ha sviluppato moduli formativi e opportuni ambienti di fruizione per la divulgazione di contenuti relativi ai beni culturali. Nel quadro di convenzioni con alcune Università, tali moduli sono stati inseriti in corsi di laurea e laboratori didattici; mentre, nell'ambito di accordi con la Pubblica Amministrazione, gli stessi moduli vengono erogati per l'aggiornamento professionale degli operatori del settore.

3.5.1 Le tecnologie

ENEA dispone di notevoli infrastrutture ICT a supporto della produzione, della gestione e dell'erogazione di percorsi formativi basati su metodologia *e-learning*:

- ◆ piattaforma LMS (Learning Management System);
- ◆ laboratori multimediali per la produzione, la sperimentazione e la valutazione di prodotti e tecnologie *e-learning*;
- ◆ aule multimediali attrezzate per la fruizione nei centri di ricerca;
- ◆ *learning point* disponibili negli uffici territoriali dell'Ente;
- ◆ portale internet a supporto dei servizi e della comunicazione.

Le infrastrutture ENEA per la formazione sono inoltre pienamente integrate con la griglia computazionale ENEA ed i Centri di Ricerca sono connessi con la rete telematica dell'Università e della Ricerca Scientifica Italiana (GARR).

3.5.2 Le competenze

Le attività di formazione e di aggiornamento professionale nel settore delle attività culturali maturate nell'Ente hanno portato alla progettazione, alla realizzazione e alla erogazione di percorsi di apprendimento in modalità *blended-learning*, accreditati in ambito accademico ed orientati a:

- ◆ formazione accademica (corsi pre e post-lauream, laboratori, master...);
- ◆ aggiornamento professionale del personale tecnico-scientifico della Pubblica Amministrazione;
- ◆ aggiornamento e trasferimento tecnologico di know-how verso le istituzioni pubbliche e private operanti nel settore dei Beni Culturali.

La motivazione principale che ha portato allo sviluppo di competenze ENEA mirate alla formazione nella tematica dei Beni Culturali nasce dall'esigenza del MiBAC di garantire una formazione di qualità avanzata ed uniforme, nell'ambito dell'intero territorio nazionale, per tutti gli operatori del settore della catalogazione e, in particolar modo, per coloro che utilizzano il sistema informativo nazionale per la catalogazione del Patrimonio Culturale.

È stato quindi sviluppato un articolato progetto formativo, che prevede:

- ◆ il coinvolgimento delle Università e dei Musei Scientifici;
- ◆ il coinvolgimento delle Regioni e degli Enti territoriali;
- ◆ l'adozione di metodologie e strumenti innovativi basati sul ricorso alle tecnologie di rete e sulla comunicazione mediata da *tutor on line*;

- ◆ la creazione di una *Learning Community* sulla catalogazione, fulcro di una serie di attività orientate alla sensibilizzazione sulle problematiche inerenti il settore.

Gli obiettivi del progetto formativo si possono riassumere nei seguenti punti:

- ◆ lo sviluppo di competenze specialistiche per la catalogazione informatizzata;
- ◆ il miglioramento della qualità delle attività di catalogazione;
- ◆ il coordinamento tra le diverse competenze presenti sul territorio nazionale nell'ambito della catalogazione del Patrimonio Culturale;
- ◆ la definizione di una metodologia condivisa a livello nazionale per le attività di formazione e per la didattica nel settore.

La formazione sulle tematiche inerenti il Patrimonio Culturale registra risultati concreti nell'adozione da parte delle Università di moduli *e-learning* (realizzati da ENEA e MiBAC) erogati in corsi e master nell'ambito del Protocollo d'Intesa tra ENEA - MiBAC – CRUI ed in corsi di aggiornamento professionale, erogati da Istituzioni nell'ambito del Protocollo d'Intesa tra ENEA – ICCD – ANMS.

3.5.3 Le prospettive

Il mercato della formazione professionale sulle attività inerenti il Patrimonio Culturale è molto ampio e solo parzialmente esplorato, anche se si deve registrare un sostanziale aumento di interesse da parte del mondo accademico. L'approccio scelto da ENEA basato su intese a livello nazionale, che si concretizzano in specifiche Convenzioni attuative con singoli Atenei ed Istituzioni nazionali, garantisce uniforme qualità dei contenuti a livello nazionale, favorendo pertanto il proliferare dei consensi. Inoltre l'ENEA si propone non solo come partner per gli aspetti tecnologici relativi alle ICT, ma anche come interlocutore tecnologico ad ampio spettro in grado di trasferire le proprie competenze agli organismi pubblici e privati che operano nel settore dei Beni Culturali e Paesaggistici. Il trasferimento delle competenze presenti nell'Ente potrà essere maggiormente efficace se avverrà all'interno delle medesime strutture e dei medesimi laboratori nei quali tali competenze si sono formate e sono state alimentate. Perciò l'ENEA pone tra gli obiettivi progettuali anche quello di formare giovani ricercatori all'interno dei propri Centri, trasferendo loro il patrimonio di conoscenze scientifiche e tecniche dell'Ente.

4 IL PROGETTO ENEA PER IL PATRIMONIO CULTURALE

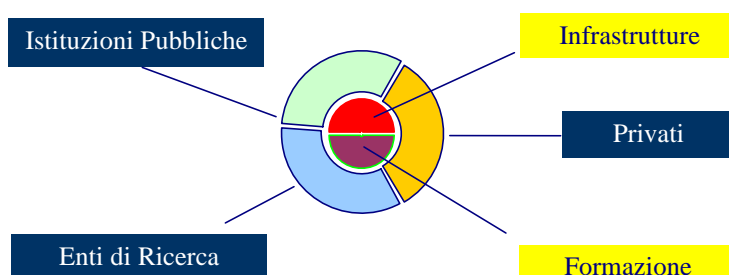
4.1 L'idea progettuale

Il **Progetto ENEA Tecnologie per il Patrimonio Culturale** individua, come preconditione essenziale per lo sviluppo organico del settore, l'incremento della disponibilità di infrastrutture avanzate, servizi e formazione. Su queste basi, obiettivo del progetto è estendere le possibilità di incontro tra strutture pubbliche e privati, secondo una strategia che si articola in due linee progettuali:

- ◆ **Linea Progettuale 1 - Network multidisciplinare di laboratori**, che, sfruttando la rete di infrastrutture che connette la ricerca nazionale, costituisca un luogo di condivisione delle conoscenze nei differenti ambiti di ricerca;
- ◆ **Linea Progettuale 2 - Tecnologie innovative per il Turismo Culturale**, raccordate in un sistema informativo articolato su base territoriale.

Entrambe le linee sono finalizzate a:

- ◆ rafforzare le attività di supporto tecnico e di affiancamento alla Pubblica Amministrazione ed agli Enti Locali;
- ◆ focalizzare le attività dell'Ente in ben definiti ambiti di ricerca;
- ◆ incrementare il *partenariato* con il mondo accademico e della ricerca;
- ◆ sviluppare sinergie con le imprese.



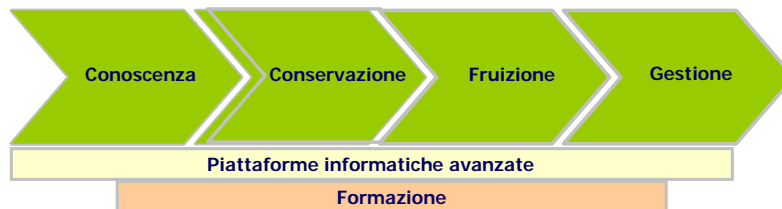
Le attività del progetto, sia che siano espletate in un serie di **interventi singoli**, sia che appartengano a **piani di ricerca complessi**, potranno vedere all'opera attorno ad ogni tematica i vari soggetti coinvolti secondo lo schema in figura.

Tipicamente:

- ◆ **la domanda** è espressa dalle Istituzioni Pubbliche;
- ◆ **l'offerta** proviene dal contributo sinergico di Enti di Ricerca/Università e privati;
- ◆ **le infrastrutture** sono presenti nei Centri di Ricerca e nei Laboratori, integrati con le strutture private per gli aspetti realizzativi;
- ◆ **la formazione** coinvolge tutti i protagonisti istituzionali: a partire dalla produzione di contenuti (Istituzioni Pubbliche), fino alla ricerca ed alle tecnologie applicate (Enti di Ricerca), alle ricadute in termini di *long-life learning* nel mercato del lavoro (Privati), ed alla formazione pre e post universitaria (mondo della scuola, Università).

La possibilità di combinare opportunamente progetti ed azioni nei differenti ambiti di ricerca garantisce al sistema la massima flessibilità, consentendo un governo dinamico delle interrelazioni tra le attività per poter rispondere alle esigenze di un mercato che è estremamente variegato e composito.

Il progetto ENEA per il patrimonio culturale recepisce il modello di filiera o **business model** proposto dal MiBAC, riportato nella figura seguente.



Questo approccio individua nella tematica del Patrimonio Culturale una serie di ambiti e di finalità:

- ◆ **Conoscenza**
- ◆ **Conservazione**
- ◆ **Fruizione**
- ◆ **Gestione**

e alcune componenti trasversali sulle quali si basano i suddetti ambiti:

- ◆ **Piattaforme Informatiche Avanzate**
- ◆ **Formazione.**

In questa visione il Patrimonio Culturale vive lungo un ampio percorso che, partendo da un momento iniziale di conoscenza delle differenti componenti del Patrimonio e dei loro legami con il territorio, si coniuga con le esigenze di conservazione e fruizione per completare la catena del valore con la gestione economica del bene, evidenziata per le sue implicazioni sulla sostenibilità stessa del progetto.

Il supporto all'intero processo, assicurato dalla disponibilità delle piattaforme tecnologiche e della formazione, è uno dei cardini su cui si basa il Progetto ENEA - Tecnologie per il Patrimonio Culturale.

La consapevolezza di operare in un sistema di relazioni complesso, che coinvolge in una logica partecipativa interlocutori pubblici e privati, ha portato ad impostare da subito il progetto secondo una visione aperta, in grado cioè di puntare su possibilità d'integrazione con il settore economico e con mercati affini a quello del Patrimonio Culturale.

In altre parole, il contributo del progetto al Sistema Paese non avrà come unico parametro di riferimento il numero degli interventi operati per la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio nazionale, ma andrà valutato tenendo nella dovuta considerazione anche i seguenti aspetti:

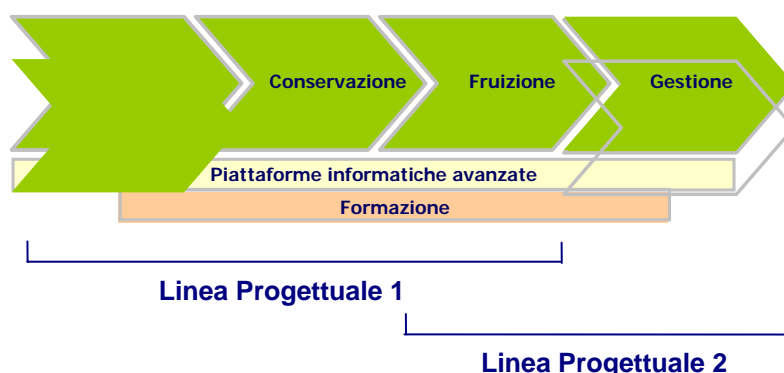
- ◆ integrazione con altri settori economici;
- ◆ trasferimento delle tecnologie;
- ◆ formazione ed aggiornamento professionale;
- ◆ creazione di occupazione;
- ◆ realizzazione/condivisione di infrastrutture tecnologiche.

Su queste basi si comprende che **la logica dell'intervento non è limitata ad aggregare interlocutori pubblici e privati su singole iniziative.**

In conclusione, il progetto si propone di contribuire ad aumentare la coesione territoriale e la competitività nei differenti ambiti tecnologici realizzando una **base di conoscenze** che possa costituire un concreto riferimento per le Istituzioni che, a differenti livelli di competenza, hanno la responsabilità del governo degli interventi e che ne orientano l'operatività in ambito nazionale.

È importante evidenziare la **complementarità delle due linee progettuali** che coprono in modo esaustivo le fasi proposte dal **business model del Patrimonio Culturale**, con **focus diversi**:

- ◆ **Linea Progettuale 1 - Network multidisciplinare di laboratori.** Ha il proprio focus su Conoscenza, Conservazione e Fruizione del Patrimonio Culturale;
- ◆ **Linea Progettuale 2 - Tecnologie innovative per il Turismo Culturale.** È prevalentemente centrata su Fruizione e Gestione del Patrimonio Culturale.



L'**ENEA** operando nelle due distinte linee progettuali, anche avvalendosi della propria presenza diffusa sul territorio, potrà creare concrete opportunità di interazione con i **Distretti Culturali** e svolgere, insieme con gli altri **Enti di Ricerca**, un **ruolo di raccordo tra la Pubblica Amministrazione e i privati** che operano nell'ambito del Patrimonio Culturale.

4.2 Linea progettuale 1 – Network multidisciplinare di laboratori

Per la realizzazione della linea progettuale si dovranno prevedere:

- ◆ ricognizione e monitoraggio delle realtà operanti nel settore della conoscenza, conservazione, fruizione e valorizzazione del patrimonio culturale in ambito pubblico (Soprintendenze, Regioni, Enti Locali...), nel mondo della Ricerca (Enti di Ricerca, Università...), in ambito privato (Associazioni di Categoria, Imprese...);
- ◆ rafforzamento delle sinergie tra Enti di Ricerca e Mondo Accademico al fine di sistematizzare gli interventi e di proporre un unico interlocutore in ambito nazionale;
- ◆ condivisione delle conoscenze all'interno del network per garantire la qualità uniforme e certificata del necessario supporto alla pubblica Amministrazione e del trasferimento tecnologico verso le imprese.

Una formulazione sintetica degli obiettivi relativi alla due linea progettuale 1 è contenuta nella tabella seguente.

1. Linea Progettuale 1

Network multidisciplinare di laboratori: obiettivi

1.1. Interventi infrastrutturali

- 1.1.1. Potenziamento delle strutture presenti nei **Centri di Ricerca** per i laboratori di:
 - 1.1.1.1 Diagnostica avanzata per la conservazione ed il restauro
 - 1.1.1.2 Caratterizzazione strutturale e prevenzione dei rischi naturali
 - 1.1.1.3 Uso sostenibile e gestione dei rischi ambientali ed antropici
 - 1.1.1.4 Information and Communications Technology
 - 1.1.1.5 Formazione ed aggiornamento professionale

1.2. Interventi non infrastrutturali

- 1.2.1. Adeguamento delle **interfacce** tra le strutture del network di laboratori
- 1.2.2. Potenziamento delle **strutture mobili** per i laboratori multidisciplinari

1.3. Realizzazione di un sistema informativo condiviso per il governo del processo

- 1.3.1. Realizzazione di un repository dei risultati delle attività svolte in ambito nazionale
- 1.3.2. Realizzazione di un sistema avanzato per la gestione delle priorità degli interventi da svolgere in ambito nazionale
- 1.3.3. Realizzazione di un sistema avanzato per la pianificazione di progetti/interventi

1.4. Realizzazione di Dimostratori

- 1.4.1. Dimostratore livello 1 - Internazionale – Network di laboratori internazionale
- 1.4.2. Dimostratore livello 2 - Nazionale - Sistema per la *governance* e network di laboratori
- 1.4.3. Dimostratore livello 3 - Integrato – Interventi integrati sul territorio
- 1.4.4. Dimostratore livello 4 - Locale – Singoli interventi finalizzati alla conoscenza, conservazione fruizione

4.3 Linea Progettuale 2 – Tecnologie innovative per il Turismo Culturale

In base ai dati ISTAT, circa un terzo del totale degli arrivi registrati nelle strutture ricettive italiane si indirizza in città di interesse storico e artistico. Risulta quindi evidente l'entità dei vantaggi che possono conseguire al sistema Paese da una politica di indirizzo delle tecnologie innovative verso un'area di applicazione quale quella del turismo culturale in un Paese ricco di testimonianze culturali quale l'Italia.

Ulteriori considerazioni possono consentire di inquadrare correttamente la tematica del turismo e di cogliere le potenzialità offerte dall'utilizzo di tecnologie avanzate nell'ambito di questa tematica:

- ♦ **Internet** è una delle fonti fondamentali utilizzate per la pianificazione dei viaggi e, in questo ambito, possono essere realizzati strumenti avanzati per la modellazione delle utenze e per lo studio di specifiche ontologie. In questo ambito, l'intervento sarà finalizzato a consentire ad utenti, meglio individuati, di effettuare ricerche più evolute delle attuali - basate sull'utilizzo di parole chiave - ed altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e

connessioni tra documenti secondo logiche più elaborate del semplice link ipertestuale.

- ◆ Dalle analisi di mercato risulta che il turismo culturale non è più solo il *grand tour* delle città d'arte, ma si estende anche ai piccoli borghi, possibilmente limitrofi alle città d'arte, nei quali è possibile entrare in contatto con manifestazioni di cultura locale, con botteghe artigiane e con eccellenze enogastronomiche spesso di rilevanza internazionale. Anche in questo caso un contributo fondamentale può essere dato fornendo al turista la possibilità di definire, costruire ed aggiornare in tempo reale i propri **itinerari culturali**. Questi itinerari potranno essere consultati e aggiornati on-line sfruttando **tecnologie collegate ad utenza in mobilità** (Wi-Fi, GPRS/UMTS, profilo e tracciamento dell'utenza *location sensitive*, definizione progettazione e sviluppo delle interfacce, usabilità del sistema...).
- ◆ L'impiego di tecniche di **modellazione e ricostruzione 3D** per la fruizione del patrimonio culturale costituisce un *asset* fondamentale per il turismo culturale. In questo ambito, risulterà vincente la capacità di combinare soluzioni tecnologiche avanzate con la qualità scientifica certificata del materiale documentale disponibile sui complessi monumentali ed archeologici.
- ◆ Al fine di coinvolgere l'interesse dei giovanissimi verso la cultura potranno essere utilizzate forme di *edutainment*, fruibili anche in collegamento con l'ambito scolastico. Il coinvolgimento diretto degli studenti in eventi turistici e culturali consentirà di raggiungere il duplice obiettivo di aumentare la consapevolezza dei giovani sulla ricchezza del patrimonio culturale di cui dispongono e di renderli protagonisti di un percorso conoscitivo che non è solo composto da obblighi formativi, ma che può essere anche divertimento finalizzato alla conoscenza.

Una formulazione sintetica della macro-attività e dei relativi obiettivi della presente linea progettuale è contenuta nella tabella seguente.

2. Linea Progettuale 2 **Tecnologie innovative per il Turismo Culturale: obiettivi**

2.1. Sviluppo di un'Architettura Informativa Multilivello

- 2.1.1. Profilazione delle tipologie di utenza
- 2.1.2. Definizione del modello di servizi
- 2.1.3. Ricerca e sviluppo delle tecnologie di comunicazione in mobilità
- 2.1.4. Sviluppo di architetture ICT innovative in grado di soddisfare i requisiti tramite le nuove tecnologie del *pervasive computing*
- 2.1.5. Progettazione di un repository dei contenuti informativi basato su tecniche di *Data Warehousing*, *Data Mining* e *Tool OLAP* per l'analisi dei dati attuali e storicizzati

2.2. Realizzazione di un sistema informativo in grado di integrare le fonti locali di dati in un sistema di informazione globale

2.3. Sviluppo di un Laboratorio Nazionale per la modellazione e la restituzione 3D

2.4. Realizzazione di percorsi formativi finalizzati alla conoscenza ed alla fruizione del Patrimonio Culturale

- 2.4.1. Percorsi formativi sui Beni Culturali
- 2.4.2. Percorsi formativi sui Beni Ambientali
- 2.4.3. Attività di *edutainment* con sperimentazioni concrete in ambienti simulati

2.5. Realizzazione di Dimostratori

- 2.5.1. Dimostratore livello 1 – Sistema integrato su base nazionale
- 2.5.2. Dimostratore livello 2 – Sistemi di valorizzazione su base territoriale.

4.4 Le opportunità offerte dai settori affini

Per comprendere le possibilità offerte dal mercato si possono citare, peraltro senza alcuna pretesa di esaustività, i seguenti ambiti che, per la loro affinità con quello dei Beni Culturali, possono offrire ulteriori opportunità all'Ente ed indirettamente all'intero Sistema Paese:

- ◆ **Edilizia civile**, nel cui ambito troveranno immediata applicazione le tecniche di diagnostica avanzata, di caratterizzazione morfologica e strutturale dei materiali, di conservazione, salvaguardia, prevenzione e manutenzione, oltre che le tecniche di prevenzione sismica;
- ◆ **Ambiente**, dove possono trovare attuazione concreta i modelli, le analisi ed il monitoraggio delle variabili climatiche (clima e microclima, piogge...), dei rischi ambientali (vulnerabilità rispetto a catastrofi naturali...) e dei rischi antropici (inquinamento, traffico, degrado da fruizione...);
- ◆ **Editoria e servizi culturali**, campo in cui le crescenti possibilità offerte dalle soluzioni informatiche multimediali del Patrimonio Culturale possono comportare interessanti opportunità nella campo della creazione di imprese e, più in generale, di crescita occupazionale;
- ◆ **Mondo della formazione e mercato del lavoro**, per il quale ENEA può contribuire, da una parte aumentando la qualità complessiva dell'offerta formativa, dall'altra garantendo la continuità dell'aggiornamento professionale; elementi qualificanti nei due campi sono gli elevati standard qualitativi e, al tempo stesso, il contenimento dei costi per l'utente finale.

Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA - Frascati

Finito di stampare nel mese di ottobre 2007