

# Cluster creativi per i beni culturali

L'esperienza toscana delle tecnologie per il restauro  
e la valorizzazione



LUCIANA LAZZERETTI



STRUMENTI  
PER LA DIDATTICA E LA RICERCA

– 121 –



Luciana Lazzeretti

# **Cluster creativi per i beni culturali**

L'esperienza toscana delle tecnologie per la  
conservazione e la valorizzazione

con la collaborazione di  
Francesco Capone, Tommaso Cinti e Andrea Sartori

Firenze University Press  
2012

Cluster creativi per i beni culturali : l'esperienza toscana delle tecnologie per la conservazione e la valorizzazione / Luciana Lazzeretti. – Firenze : Firenze University Press, 2012.  
(Strumenti per la didattica e la ricerca ; 121)

<http://digital.casalini.it/9788866551249>

ISBN 978-88-6655-120-1 (print)  
ISBN 978-88-6655-124-9 (online)

Progetto grafico di Alberto Pizarro Fernández  
Impaginazione di Alessandra Pini  
Immagine di copertina: Gloria Campriani, *Strade emergenti... verde soffocante*. Tecnica mista su tela, cm 90x90, 2006.

Il presente lavoro è stato svolto grazie al contributo dei seguenti progetti: «Innovazione tecnologica e cluster creativi nella conservazione dei beni culturali: il caso del laser per il restauro», 2009-2010; «Open Innovation e reti di imprese: il caso dell'innovazione laser nel restauro artistico dei beni culturali», 2010-2011; «Innovazione tecnologica e cluster creativi nella conservazione dei beni culturali: il progetto TEMART», 2010-2012.

#### *Certificazione scientifica delle Opere*

Tutti i volumi pubblicati sono soggetti ad un processo di referaggio esterno di cui sono responsabili il Consiglio editoriale della FUP e i Consigli scientifici delle singole collane. Le opere pubblicate nel catalogo della FUP sono valutate e approvate dal Consiglio editoriale della casa editrice. Per una descrizione più analitica del processo di referaggio si rimanda ai documenti ufficiali pubblicati sul sito-catalogo della casa editrice (<http://www.fupress.com>).

#### *Consiglio editoriale Firenze University Press*

G. Nigro (Coordinatore), M.T. Bartoli, M. Boddi, F. Cambi, R. Casalbuoni, C. Ciappei, R. Del Punta, A. Dolfi, V. Fargion, S. Ferrone, M. Garzaniti, P. Guarnieri, G. Mari, M. Marini, M. Verga, A. Zorzi.

© 2012 Firenze University Press  
Università degli Studi di Firenze  
Firenze University Press  
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy  
<http://www.fupress.com/>  
*Printed in Italy*

*Alle mie sorelle Monica e Sandra,  
ripensando insieme a cosa significa «conservare» se non  
«... cambiare tutto per non cambiare nulla...», ricordando Tancredi  
quando si rivolge all'uomo-gattopardo, il Principe di Salina.  
Le rivoluzioni passano, le tecnologie cambiano, ma in fondo la cosa  
importante è che il patrimonio resti, quanto meno dentro di noi!*



# Indice

PREFAZIONE <i>di Renzo Salimbeni</i>	IX
INTRODUZIONE	XI
CAPITOLO 1 Creatività, innovazione e beni culturali: un quadro teorico	1
CAPITOLO 2 Primo studio sui cluster creativi: le tecnologie laser per la conservazione dei beni culturali a Firenze	17
CAPITOLO 3 Un approfondimento su un progetto complesso: il caso TEMART	67
CAPITOLO 4 Secondo studio sui cluster creativi: l'analisi dei progetti innovativi sulle tecnologie per i beni culturali in Toscana	81
UNA NOTA FINALE	109
APPENDICE 1 I distretti tecnologici dei beni culturali in Italia: una rassegna sintetica delle principali esperienze	113



## APPENDICE 2

Per un'ipotesi di distretto tecnologico  
dei beni culturali in Toscana

127

## BIBLIOGRAFIA

135

Questo libro rappresenta la sintesi dei principali risultati raggiunti dal gruppo di ricerca coordinato dalla professoressa Luciana Lazzeretti, composto da: dottor Francesco Capone, assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Aziendali dell'Università degli Studi di Firenze; dottor Tommaso Cinti, docente a contratto presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Sociali, Università degli Studi di Siena; dottor Andrea Sartori, dottorando in Economia, indirizzo Sviluppo Locale, presso il Dipartimento di Scienze Aziendali dell'Università degli Studi di Firenze.

Pur essendo frutto di un lavoro comune, sono da attribuirsi a Francesco Capone il par. 3 del cap. 2 e il par. 5 del cap. 4, a Tommaso Cinti il par. 4 del cap. 2, e ad Andrea Sartori il cap. 3, parr. 2, 3 e 4 e l'Appendice 1.

## Prefazione

L'esperienza di ricerca che il volume elabora ci emoziona ancora, ricordando il percorso insolito e per questo particolarmente appassionante, nel quale noi fisici esperti di laser a Firenze ci incamminammo nel '92, per puro spirito di esplorazione, dopo la lettura di un articolo su di una rivista di divulgazione scientifica americana che parlava dell'utilizzo di laser per la pulitura di icone ridipinte. In quel preciso momento la consuetudine nei laboratori di ricerca in fisica di svolgere ricerche studiando fenomeni fisici fondamentali si dissolse all'istante, di fronte all'eccezionale potenzialità che qui a Firenze, città d'arte per eccellenza, potevamo intravedere.

L'elaborazione svolta nel volume con lo studio dei cluster creativi e l'analisi dei progetti innovativi che si sono svolti in Toscana sulle tecnologie per la conservazione ci fa scoprire adesso che, visitando per la prima volta i laboratori di restauro dell'Opificio delle Pietre Dure, stavamo realizzando il primo passo per la formazione di un cluster che avrebbe poi funzionato davvero, creando collaborazioni fattive, sviluppando idee per problemi reali, e sbaragliando in dieci anni (1992-2002) l'agguerrita concorrenza da parte di molti altri centri di ricerca in Europa. Questo ci fornisce certezze anche per le future iniziative di valorizzazione delle ricerche scientifiche dedicate alle problematiche del settore del patrimonio culturale, se sapremo mantenere le condizioni essenziali per il successo che questo volume rivela.

I concetti presentati nel volume di *open innovation* e di *cross-fertilization* spiegano bene perché occupandosi di laser a Firenze per ricerche scientifiche con finalità magari interessanti come le chirurgie laser si finisce poi per trovare molto più appassionante studiare come applicare quei laser nella delicatissima fase della pulitura di un capolavoro unico, noto in tutto il mondo, che sta proprio lì a due passi dal laboratorio di ricerca da sempre, e non ci avevi mai pensato prima. Il concetto della prossimità quindi fra la

## X Cluster creativi per i beni culturali

ricerca e il patrimonio, e dell'apertura mentale delle persone delle istituzioni di tutela, necessaria al superamento delle difficoltà dei linguaggi diversi, la disponibilità a cercare di capire se quella scienza solo in parte comprensibile è davvero capace di produrre soluzioni a problemi finora affrontati come la tradizione del restauro richiede. Si è trattato davvero di un grande esempio di collaborazione fra saperi solo apparentemente lontani, fra umanisti, scienziati, restauratori e imprenditori comunque vissuti nello stesso contesto fiorentino, per generare una scienza interdisciplinare e condivisa del restauro, dei suoi obiettivi e delle sue modalità.

Quest'esperienza, condivisa poi con molti altri organismi di ricerca e di tutela in altre città, in altre regioni, in altri paesi, con il contributo di imprese sia tecnologiche che dei servizi di restauro, ha avuto una serie di opportunità per allargarsi sia fra partenariati compositi nella logica della tripla elica, sia cooptando nelle tematiche di studio competenze derivanti dalle esperienze più avanzate delle scienze chimiche e informatiche, come nel progetto *TEMART*, studiato nel volume come progetto di consolidamento del cluster.

Guardando e confrontando ciò che sta accadendo in questo settore in Europa e in altri importanti paesi, sono portato oggi a ritenere che nel confronto internazionale il cluster creativo dei beni culturali in Toscana sia un esempio ancora unico, nonostante ormai diffuse prassi di collaborazione locale fra ricerca e tutela che si sono sviluppate in quest'ultimo decennio anche in altre città europee. Questo è dovuto all'efficacia del rapporto di collaborazione che qui si è ben instaurato fra ricerca, tutela e impresa, all'effettiva rispondenza dell'offerta di soluzioni tecnologiche avanzate ad una domanda già presente allo stato latente, che emerge proprio da quella base solida che è la concentrazione unica di beni culturali che qui è diffusa ovunque.

Ben venga quindi la formalizzazione di un Distretto Tecnologico dei Beni Culturali e la Città Sostenibile. Con le esperienze che vengono descritte nel volume, appare chiaro che vi sono tutte le premesse perché il caso di successo delle tecnologie laser, oggi prodotte in Toscana e vendute in tutto il mercato globale, possa essere riproposto per ogni altro aspetto di innovazione tecnologica reale che sapremo inventare, per risolvere le molteplici problematiche che la conservazione del patrimonio incontra nell'etica di valorizzare in modo sostenibile e di estendere la fruizione culturale alle nuove generazioni.

Renzo Salimbeni

Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara», CNR di Firenze

## Introduzione

Il presente volume rappresenta una sintesi dei principali risultati che abbiamo ottenuto dalla nostra collaborazione con l'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del CNR di Firenze (IFAC-CNR) in materia di tecnologie per il restauro e la conservazione dei beni culturali. In particolare, abbiamo approfondito il cluster del restauro fiorentino e il contributo apportato dalle imprese, dalle istituzioni e dagli enti di ricerca, conservazione e valorizzazione operanti nella regione toscana.

Con questo studio abbiamo voluto contribuire al dibattito sulla capacità innovativa del patrimonio artistico e sulle città d'arte intese come ambienti creativi caratterizzati dalla presenza di cluster capaci di generare e sviluppare innovazioni *heritage driven*, com'è avvenuto nel caso delle tecnologie laser prima e poi in quello delle ICT per la visualizzazione e fruizione dei beni culturali.

A questo scopo abbiamo seguito l'evoluzione da culturale a creativo del cluster del restauro, già studiato in passato (Lazzeretti e Cinti 2001). Così facendo, abbiamo ampliato la prospettiva di studio dalla fase di valorizzazione economica della cultura – che sottolinea la capacità del patrimonio di generare sviluppo economico – a quella di valorizzazione culturale dell'economia, che pone il focus piuttosto sulla capacità innovativa del patrimonio artistico e culturale.

In un primo studio abbiamo individuato gli attori creativi che hanno contribuito a sviluppare l'innovazione delle tecnologie laser a Firenze. Essa costituisce un caso di eccellenza a livello nazionale e internazionale, classificabile come un esempio di *open innovation* da *serendipity* e *cross-fertilisation*, sviluppatasi anche grazie al contributo strategico dei contesti (Lazzeretti, Capone e Cinti 2011). Un'esperienza innovativa che ha trovato a Firenze un luogo di alta cultura e alta tecnologia, caratterizzato da

## XII Cluster creativi per i beni culturali

un'elevata dotazione di patrimonio culturale e artistico, che un gruppo di attori economici, non economici e istituzionali ha saputo trasformare in un *creative milieu* in grado di implementarla. Completa l'analisi un approfondimento di tipo qualitativo su un progetto particolarmente complesso (TEMART), che costituisce un momento di sintesi sulla capacità innovativa della cultura e sulle potenzialità di valorizzazione economica del patrimonio storico-artistico.

In un secondo studio, abbiamo tentato poi di circostanziare e ampliare il contesto di riferimento analizzando un nuovo insieme di progetti innovativi in materia di beni culturali, prevalentemente incentrati sulle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), i quali hanno permesso di estendere l'area geografica di osservazione da Firenze all'intera Toscana.

Entrambi gli studi citati hanno seguito una prospettiva di tipo *bottom-up*: si sono analizzati i progetti di ricerca finanziati e i principali rapporti fra gli attori coinvolti ricorrendo, oltre a statistiche descrittive, anche alla tecnica della *Social Network Analysis* (SNA).

Il saggio si conclude con una riflessione finale sul costituendo «Distretto Tecnologico per le tecnologie dei Beni Culturali e della Città Sostenibile» e sulle questioni connesse al sostegno al settore dei beni culturali in una prospettiva di governo regionale.

La struttura del volume è la seguente. Dopo quest'introduzione, nel primo capitolo si presenta l'approccio teorico allo studio della valorizzazione economica dei beni culturali. Si fa riferimento al concetto di «Capacità Creativa della Cultura» (CCC) e ai quattro sentieri di sviluppo che essa individua: rigenerazione economica, rigenerazione urbana, *cross-fertilisation* e *serendipity*. Un approccio che combina le istanze dell'economia della cultura e della creatività con quelle dello studio dei distretti e dei cluster industriali. In quest'ambito, si approfondisce poi il ruolo strategico dei contesti considerati come *new creative milieu*, al cui interno le città d'arte rappresentano un caso di particolare interesse.

Nel capitolo successivo sono descritte la nascita, lo sviluppo e l'implementazione dell'innovazione tecnologica del laser applicato ai beni culturali. Essa è vista come un valido esempio di CCC sviluppata dal cluster creativo del restauro fiorentino. La ricostruzione della vicenda è poi affrontata attraverso l'analisi dei progetti finanziati e degli attori che vi hanno contribuito, le cui relazioni reciproche vengono rilevate grazie allo strumento della SNA.

Il terzo capitolo approfondisce il progetto TEMART, in fase di conclusione, che costituisce un interessante momento di sintesi delle molteplici competenze disciplinari e tecnologiche messe in campo dagli attori fiorentini e toscani sui temi della conservazione, del restauro e della valorizzazione dei beni culturali.

Nel quarto capitolo si amplia l'analisi dei progetti a livello toscano, adottando la metodologia dello *snowball* (Goodman 1961) e nella prospettiva del nostro attore privilegiato che è il CNR. Da quest'analisi emergono degli interessanti avanzamenti rispetto alla precedente, che consentono di ampliare il quadro di riferimento. Accanto al network fiorentino e senese per le tecnologie laser del restauro si individua, infatti, una rete di rilievo internazionale che fa riferimento alle ICT e si localizza, in ambito regionale, principalmente nell'area pisana.

Chiude il volume una riflessione finale sulle prospettive del costituendo distretto tecnologico dei beni culturali toscano, letto in chiave di strumento di *policy*. In Appendice troviamo una prima rassegna sintetica delle principali esperienze dei distretti tecnologici in Italia e la proposta elaborata dall'IFAC per la Toscana.

Luciana Lazzeretti



# Creatività, innovazione e beni culturali

Un quadro teorico\*

## I. Premessa

Cultura e creatività sono diventate uno dei motori dello sviluppo e dell'innovazione nell'economia del terzo millennio (Jeffcut e Pratt 2009), mentre il fenomeno dei cluster e distretti culturali si è ampiamente diffuso sia nel nostro paese che a livello europeo ed extraeuropeo, dai centri urbani fino alle periferie (Cooke e Lazzeretti 2008; Santagata 2009; Fiscato e Pilotti 2010). La valorizzazione economica dell'arte e della cultura, che ha ricevuto i primi impulsi dagli studi di economia della cultura (Grefe 2003), ha poi integrato anche il contributo dell'economia creativa, sviluppatosi a partire dal lavoro seminale di Richard Florida (2002) sulla *creative class* e sulle città creative. Tema che continua a essere al centro di un vivace dibattito (Andersson, Andersson e Mellander 2011).

Le industrie culturali e creative sono considerate le nuove protagoniste dell'economia della conoscenza (Rullani 2004), le artefici dell'affermazione del cosiddetto «cognitive cultural capitalism» (Scott 2008) che la Comunità Europea considera attualmente come uno dei *priority sector* (Power e Nielsen 2010).

Se la cultura, nel passaggio dalla conservazione alla valorizzazione economica, era intesa soprattutto come risorsa, adesso è considerata come una fonte di innovazione in grado di immettere nuove idee, *skills* e prodotti sia nell'economia globalizzata (Bakhshi, McVittie e Simmie 2008) che nelle stesse organizzazioni culturali quali musei e teatri (Bakhshi e Throsby 2010).

\* Il presente lavoro rappresenta una rielaborazione di *The creative capacity of culture and the New Creative Milieu* (Lazzeretti 2009).



## 2 Cluster creativi per i beni culturali

Si è aperta quindi una nuova fase nel rapporto fra cultura ed economia, quella della «valorizzazione culturale dell'economia», che pone l'accento sul rapporto fra cultura, creatività e innovazione, le cui molteplici manifestazioni come industrie, cluster e network creativi, non sono ancora state sufficientemente esplorate (Belussi e Staber 2011).

In una modernità sempre più liquida (Bauman 2000) la cultura diventa un fattore strategico per rispondere alle sfide della globalizzazione e al crescente bisogno di innovazione e di imprenditorialità. Essa rappresenta un importante strumento per ricostruire una modernità più sostenibile (Rullani 2010) dove i rapporti di forza fra paesi cosiddetti industrializzati e paesi in via di sviluppo devono essere opportunamente rivisti.

In questo scenario non è più possibile governare il cambiamento radicale con il ricorso alla sola razionalità 'verticale' di matrice ingegneristica, ma è indispensabile anche un pensiero laterale (De Bono 1971) capace di esplorare e ricombinare gli input provenienti non solo dal pensiero tecnico-scientifico, ma anche da quello umanistico. Scrive in proposito il noto psicologo De Bono:

I pensatori verticali assumono la visione più ragionevole di una situazione e procedono logicamente e accuratamente per risolverla. I pensatori laterali tendono a esplorare tutti i diversi modi di guardare a qualcosa, piuttosto che accettare il più promettente e attenersi a quello (De Bono 1971: 10, nostra traduzione).

La cultura diventa dunque il motore dell'economia creativa capace di generare processi creativi in grado di combinare conoscenze nuove con conoscenze esistenti, o proporre idee radicalmente innovative. Le città funzionano come un sistema aperto che attrae persone di talento da vari background e stimola le loro capacità creative (Jacobs 1969).

In questi termini, cultura e creatività diventano facce della stessa medaglia, richiamando ad una rivalutazione non solo del ruolo del capitale umano, ma anche dei contesti geografici e socio-culturali. La dimensione spaziale della creatività assume un ruolo strategico nell'era della *open innovation* (Chesbrough, Vanhaverbeke e West 2006), vale a dire nella fase storica in cui i processi innovativi travalicano gli stretti confini del laboratorio di R&S della grande impresa integrata e si diffondono in contesti socio-territoriali più ampi, coinvolgendo una pluralità di attori inseriti in network locali e internazionali.

In questo capitolo discuteremo il passaggio dalla fase della cosiddetta valorizzazione economica della cultura – caratterizzata dall'ascesa di un modello di sviluppo locale *culture-driven* – a quella odierna che abbiamo denominato «valorizzazione culturale dell'economia», che considera la cultura come una risorsa per il cambiamento e l'innovazione. A questo proposito richiameremo i principali caratteri della «Capacità Creativa della

Cultura» (CCC), i quattro sentieri di sviluppo e i fattori chiave che individuano gli ambienti creativi idonei a favorirla secondo un *creative approach*.

## 2. Verso una «valorizzazione culturale dell'economia»

Recentemente si è verificata un'importante evoluzione negli studi sulla valorizzazione economica della cultura: un passaggio che segnala l'affermazione di una nuova fase nel rapporto fra cultura ed economia, al cui centro si colloca la creatività, dando ampio spazio a modelli *economy-driven* (come le città creative) piuttosto che a quelli *culture-driven* (come i distretti culturali) (tab. 1.1). In questa nuova fase, che abbiamo denominato «valorizzazione culturale dell'economia», la cultura viene considerata come un elemento fondante del capitale umano, dei processi innovativi e dell'imprenditorialità. Se si riteneva precedentemente che la cultura dovesse essere conservata, e poi valorizzata culturalmente ed economicamente, ora l'attenzione si incentra piuttosto sulla capacità della cultura di produrre conoscenze e sul contributo delle risorse culturali – materiali e immateriali – alla generazione di *novelty* e *renewing*. Questa tendenza si è manifestata non solo negli studi più recenti di economia della creatività, ma anche in quelli più propriamente di economia della cultura, che tendono sempre più a convergere verso un'area di studi comune. Il primo passaggio rilevante è stato quello che ha condotto dalla «conservazione» alla «valorizzazione economica» della cultura e dell'arte. Ad esso hanno contribuito molte discipline – dalla storia dell'arte all'antropologia, alle scienze sociali e poi, naturalmente, l'economia della cultura (Towse 2011) e il management delle organizzazioni culturali (Colbert 2007). L'alleanza tra cultura ed economia è diventata un paradigma di successo che si è affermato prima negli USA e in Europa, per poi estendersi più recentemente ai paesi in transizione e in via di sviluppo (Power e Scott 2004). In un primo momento, era importante dimostrare come la cultura potesse essere inserita nel novero dei fattori di produzione, contribuendo all'affermazione non solo dei tradizionali settori culturali come quelli dell'editoria, del turismo culturale, ma anche dei settori no profit. Caso rappresentativo è quello dei musei, istituzioni-simbolo per antonomasia della conservazione, i quali hanno subito una profonda trasformazione. In un primo tempo sono stati considerati come un importante settore no profit, poi sono stati oggetto dell'applicazione di categorie e modelli manageriali e imprenditoriali. Essi si sono affermati come uno dei protagonisti della cultura non solo come risorsa, ma anche come fonte di rivitalizzazione di città e di attività economiche. Seguendo la parabola del rapporto tra cultura ed economia, sono passati dal rappresentare luoghi della memoria e della conservazione, a scenari della valorizzazione economica e dell'intrattenimento, producendo esternalità positive, ma anche negative (Lazzeretti 2005). Parimenti, il valore idiosincratico delle

#### 4 Cluster creativi per i beni culturali

risorse ha assunto un valore strategico e il fenomeno emergente dei distretti e cluster culturali nelle loro diverse accezioni (Cinti 2007) ha contribuito a mettere in evidenza come la cultura possa essere considerata anche un volano di sviluppo economico. Alcuni autori hanno elaborato differenti tassonomie, individuando così distretti culturali istituzionali, industriali, urbani o museali (Santagata 2002). Altri hanno sottolineato gli aspetti strategici e di marketing territoriale (Pilotti 2003). Altri ancora hanno posto l'accento piuttosto sulle diverse tipologie di risorse da valorizzare (Kebir e Crevoisier 2008). Da parte nostra, abbiamo contribuito con lo sviluppo del modello della distrettualizzazione culturale, applicato alle città d'arte con una metodologia multidisciplinare (Metodo PACA – Patrimonio Artistico, Culturale e Ambientale) che integra l'approccio distrettuale becattiniano con quello dei cluster (Porter 1998).

Il passo successivo è stato quello di considerare la cultura come risorsa per l'innovazione, capace di generare idee e innovazioni, ringiovanendo settori maturi o creandone di nuovi, e si è dato risalto alla creatività. L'analisi sui sistemi locali culturali si è orientata soprattutto verso gli aspetti legati alle dinamiche di sviluppo e diffusione della creatività e al passaggio dai distretti culturali a quelli creativi, a partire dagli USA e dall'Europa fino all'Asia e anche ai paesi in via di sviluppo. Per tutti ricordiamo lo storico distretto cinematografico di Hollywood studiato da Scott (2005) e il nuovo distretto indiano di Bollywood (Lorenzen e Täube 2008). L'economia della cultura ha avuto a oggetto inizialmente il patrimonio artistico e culturale e le *performing arts*, mentre la *creative economy* si è occupata da subito del rapporto tra imprese creative, economia della conoscenza e nuove tecnologie (ICT). Mentre le industrie culturali erano state inizialmente inglobate dalle industrie creative (Department for Culture Media and Sport 2001), la distinzione è stata recentemente recuperata, introducendo interessanti collegamenti anche con la *experience economy*, il turismo e la *green economy* (Lazzeretti 2012). L'altro concetto portante è di città creativa, spesso accostato a quello di città culturale del nuovo millennio (Hubbard 2006) o di città della conoscenza (Trullén e Boix 2008), o dell'innovazione (Burroni e Trigilia 2011). Quest'idea è stata in prima istanza associata a quella delle industrie creative (Landry 2000), poi a quella della *creative class* di Florida (2002). I contributi di quest'ultimo autore hanno sollevato un inteso dibattito (Glaeser 2005; Pratt 2008) e stimolato un'ingente mole di ricerche empiriche. Tale mole di studi ha enfatizzato la varietà e l'intensità degli stimoli che la scena culturale urbana può fornire allo sviluppo di nuove imprese e settori (Lee, Florida e Zoltan 2004), oltre all'attrazione di una classe creativa cosmopolita (Florida 2002). La creatività continua però a costituire un concetto sfuggente (Markusen *et al.* 2008) e di difficile definizione, sul quale discutono i cultori di molteplici discipline.

Tab. 1.1 – Dalla valorizzazione economica della cultura alla valorizzazione culturale dell'economia.

Valorizzazione economica della cultura	Valorizzazione culturale dell'economia
• Cultura come risorsa	• Cultura come capacità
• Cultura come fattore di produzione	• Cultura come fonte di innovazione
• Focus: patrimonio artistico culturale e ambientale	• Focus: capitale umano, classe creativa e ICT
• La rilevanza delle industrie culturali	• La rilevanza delle industrie creative
• La rilevanza delle città della cultura e d'arte	• La rilevanza delle città creative
• La rilevanza dei cluster e distretti culturali	• La rilevanza dei cluster e distretti creativi (milieu)
• Focus: sviluppo economico locale	• Focus: processo innovativo

Fonte: Lazzeretti (2011: 120).

### 3. L'approccio della capacità creativa della cultura

Ci troviamo dunque all'inizio di una nuova fase del rapporto fra cultura ed economia, al cui interno la prima non è più solo intesa come una risorsa, ma soprattutto come una capacità. Essa non si esaurisce nell'individuazione di nuovi settori culturali o cluster/distretti culturali che ha caratterizzato la valorizzazione economica della cultura, ma diventa una 'capacità creativa' che può contribuire al ringiovanimento di luoghi, settori e professioni e alla generazione di idee e innovazioni attraverso processi di *cross-fertilisation e serendipity*. È questo il concetto guida del nostro ragionamento: una nozione di creatività intimamente connessa a quella di cultura, di innovazione e di sviluppo locale che può essere correlata con alcuni fattori specifici e dare luogo a sentieri di sviluppo che si snodano fra novità e rinnovamento. Ma come si manifesta e si esprime questa creatività?

Dall'analisi della letteratura a cui abbiamo fatto riferimento, la creatività appare fortemente correlata in primo luogo con la localizzazione. Molti studi sullo sviluppo locale, seguendo i contributi pionieristici di Marshall (1890), discutono di questo legame e dei vantaggi che la co-localizzazione di imprese specializzate produce in termini di economie di agglomerazione e di esternalità di conoscenza (Becattini, Bellandi e De Propris 2009). È l'urbanizzazione il fenomeno unificante di tutte le attività economiche che, come le industrie creative, beneficiano degli effetti dell'economia della conoscenza e delle nuove tecnologie. Le imprese culturali e creative sono solitamente clusterizzate (Lazzeretti, Boix e Capone 2008), siano esse Piccole e Medie Imprese (PMI) come le botteghe del restauro artistico oppure

grandi imprese musicali o cinematografiche (De Propris *et al.* 2009). Anche la *creative class* e i network di artisti sono di solito clusterizzati (Clifton e Cooke 2009) ed è la prossimità nelle sue varie forme – sia fisica che cognitiva – a favorire gli scambi di informazioni e conoscenze. Varietà e diversità sono gli altri motori creativi (Lorenzen e Frederiksen 2008). La diversità alimenta la creatività, con diverse industrie, imprese, business, persone, talenti, come ci ha insegnato la lezione di Florida e di Jacobs. Non esiste un'unica dimensione ideale per lo sviluppo della creatività: i quartieri creativi possono confrontarsi con le grandi città creative (Scott 2010), le grandi imprese con i piccoli laboratori. La creatività assume forme molteplici e si incontra dovunque il pensiero laterale si possa esprimere e alimentare. Le idee sono frutto di fertilizzazioni e contaminazioni che si realizzano nello scambio di conoscenze e sono favorite dalla diversità e dalla varietà dei background professionali e intellettuali degli attori. È il fenomeno della *cross-fertilisation* che alimenta il processo innovativo, grazie alla capacità di identificare nuove relazioni tra ambiti e fenomeni apparentemente distanti; affinché questa si traduca in effettive innovazioni, tuttavia, è necessario che intervengano attori capaci di organizzare e ordinare tale pensiero facendo ricorso alle proprie capacità imprenditoriali.

I principali sentieri in cui si manifesta la CCC sono quattro, i quali possono coesistere in modalità e su scale territoriali differenti (tab. 1.2).

Tab. 1.2 – I sentieri della capacità creativa della cultura.

Ringiovanimento	Novità
<p><i>Rigenerazione urbana</i>: la capacità di rivitalizzare i luoghi attraverso le seguenti strategie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>City branding</i></li> <li>• <i>Physical renovation and flagship developments</i></li> <li>• <i>Culture-driven strategies</i></li> </ul> <p><i>Ringiovanimento economico</i>: l'abilità di rinnovare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Settori /distretti</li> <li>• Prodotti</li> <li>• Filiere</li> <li>• Professioni</li> </ul>	<p><i>Cross-fertilisation</i>: la capacità della cultura di individuare connessioni</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• All'interno di cluster/distretti</li> <li>• Fra cluster/distretti culturali correlati</li> <li>• Fra cluster/distretti non correlati</li> <li>• Nel tempo (rinascita di un distretto culturale)</li> </ul> <p><i>Serendipity</i>: la capacità della cultura di scoprire casualmente connessioni inusuali</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuovi usi</li> <li>• Molteplicità di interessi</li> <li>• Correlazioni tecnologiche</li> </ul>

Fonte: nostra elaborazione su Lazzeretti (2011: 126).

1. *Rinnovamento urbano*. Un primo sentiero, ormai ampiamente consolidato è quello dell'*urban renewal*, dapprima identificato e studiato diffusamente dagli urbanisti, ma successivamente analizzato anche dagli studiosi di marketing territoriale. Il rapporto dell' Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (Organisation for Economic Cooperation

and Development 2007) è stato dedicato espressamente a questo tema e di seguito ricordiamo le tre principali strategie di rigenerazione urbana rilevate:

- *City branding*. Questa strategia cerca di applicare la medesima metodologia di marketing impiegata per i prodotti commerciali alle località geografiche, valorizzando gli elementi narrativi e simbolici che contraddistinguono i luoghi attraverso la sintesi dei rispettivi *core benefits* e stili culturali (Bennet e Savani 2003).
- *Physical renovation and flagship developments*. In questa strategia un ruolo di primo piano è ricoperto dagli architetti chiamati a dare una nuova immagine e un nuovo valore simbolico ai luoghi attraverso la progettazione di edifici spettacolari. Il caso-scuola in quest'ambito è rappresentato dal Museo Guggenheim di Bilbao (Plaza, Tironi e Haarich 2009). Come caso di *flagship development* ricordiamo invece le iniziative di «water front city promotion» sul modello di Baltimora (Law 1993).
- *Culture-driven strategies*. L'ultima strategia è quella relativa all'organizzazione di mostre ed eventi. I musei d'arte contemporanea, in particolare, sono diventati vettori importanti per il turismo e l'intrattenimento di massa. Eventi come i giochi olimpici o i World Expo rappresentano occasioni importanti non solo per la rigenerazione del tessuto e delle infrastrutture urbane, ma anche per il ringiovanimento di filiere economiche. Ricordiamo in proposito il quartiere dei musei a Vienna (Mommas 2004).

2. *Ringiovanimento economico*. Questo secondo sentiero a differenza del precedente non è stato ancora studiato in maniera estensiva, ma non è per questo meno importante. Esso attiene al fatto che la cultura non è solo in grado di ringiovanire luoghi, ma anche filiere, settori, prodotti, professioni mature o in declino. Di seguito riportiamo alcuni esempi per approfondire.

- *Ringiovanimento di settori/distretti*. La cultura si rivela capace di indicare nuove vie di sviluppo per settori tradizionali, incorporando nuovi contenuti creativi o simbolici. Un caso emblematico a tale proposito è quello del design, che si contraddistingue per la capacità di trovare applicazioni trasversali a settori diversi, combinandosi efficacemente con le nuove tecnologie al fine di ringiovanire settori e distretti maturi del made in Italy, come quelli del tessile e dei beni per la casa. Gli esiti innovativi di tali applicazioni sono favoriti dai densi scambi di informazioni e conoscenze che avvengono all'interno delle reti sociali e delle comunità di pratica create dai designer sullo sfondo delle città postmoderne (Sedita e Bettiol 2012).
- *Ringiovanimento di prodotti*. Un altro caso di successo è quello dei prodotti tipici richiamato a proposito dell'uso della denominazione di marchio ad origine controllata. La creazione di marchi di qualità su base

## 8 Cluster creativi per i beni culturali

territoriale ha contribuito a rivitalizzare molte produzioni agricole, attribuendo ai prodotti una garanzia di qualità e un nuovo valore simbolico. Casi studiati in letteratura sono quello delle Langhe (Santagata 2002) o quello toscano del Chianti, collegato al fenomeno Slow Food. Anche il settore della moda ha beneficiato degli effetti positivi del connubio con la cultura, utilizzando le città d'arte come palcoscenici per gli eventi (Sedita e Paiola 2009).

- *Ringiovanimento della filiera*. Direttamente collegato al caso precedente è quello del ringiovanimento della filiera del cibo, legato ai nuovi emergenti modelli di produzione e consumo attraverso la filiera corta. Il successo di questa formula non è solo legato a fattori di costo, ma soprattutto al significato restituito ai modelli di consumo naturale, ai territori, alla stagionalità delle produzioni. La bio-agricoltura favorita dall'avvento della *green economy* rivaluta il concetto di prossimità fisica e si caratterizza per la presenza di nuove professionalità agricole altamente qualificate (Kebir e Torre 2012).
- *Ringiovanimento di professioni*: anche le professioni possono essere ringiovanite e sperimentare un nuovo Rinascimento grazie alla creatività e alle nuove tecnologie. Un caso significativo è quello dell'artigianato artistico *high-culture* dei restauratori fiorentini altamente specializzati che operano nel centro storico, i quali rappresentano allo stesso tempo una classe creativa, un'impresa creativa e una risorsa di rigenerazione urbana. Grazie all'impiego delle nuove tecnologie, come per esempio il laser, quella che era una professione caratterizzata eminentemente da capacità culturali e artistiche diventa anche un esempio di alta tecnologia (Lazzeretti e Cinti 2001; 2012).

3. *Cross-fertilisation*. Un terzo sentiero è collegato alla novità piuttosto che al ringiovanimento. La questione centrale riguarda la capacità di trovare o stabilire relazioni inattese tra ambiti e fenomeni apparentemente distinti; un'abilità che può essere influenzata positivamente dalla prossimità geografica e cognitiva (Noteboom 2000). Anche questo sentiero è scarsamente codificato allo stato attuale. Proponiamo di seguito alcune esemplificazioni.

- Si possono verificare percorsi di *cross-fertilisation* fra diverse abilità professionali (specializzazioni) all'interno della stessa filiera produttiva o all'interno dello stesso cluster/distretto. Relazioni che trovano nel network un'opportunità significativa, talora inaspettata, di fertilizzazione tra differenti competenze sia dal punto di vista produttivo che sociale e istituzionale (es. il cluster del restauro artistico trattato nel capitolo seguente).
- La correlazione fra i cluster culturali di una stessa città è un altro esempio importante. All'interno di un contesto urbano sono presenti attori istituzionali che fanno parte allo stesso tempo di diversi cluster e

possono quindi funzionare da nodi di connessione (*broker*). Questo accade, per esempio, fra i cluster della moda, dei musei e della musica nelle città d'arte. Si possono altresì instaurare rapporti cluster-to-cluster tra attori dello stesso settore, ma localizzati in luoghi o persino paesi diversi, come i contatti recentemente avviati fra restauratori fiorentini e cinesi. Si possono verificare, infine, fenomeni di *cross-fertilisation* anche fra network temporanei di artisti e istituzioni culturali, come nel caso delle mostre allestite all'interno di musei in occasione della presentazione di opere restaurate.

- Anche qualora il contesto economico urbano comprenda settori apparentemente non correlati, si possono avere lo stesso occasioni di scambio in virtù della co-localizzazione. È questo il caso della *cross-fertilisation* fra il settore biomedicale e quello dei beni culturali a Firenze, che verrà sviluppata al cap. 2. La presenza sullo stesso territorio di istituti di fisica applicata e di enti di tutela, oltre all'importante dotazione di patrimonio artistico, è all'origine delle innovazioni optoelettroniche e delle tecnologie laser impiegate per la pulitura di manufatti di valenza storico-artistica.
- Un'ultima tipologia di *cross-fertilisation* che è opportuno richiamare trova le radici nel patrimonio tacito di conoscenze sedimentate nella memoria di una comunità, che vengono riattivate grazie alla contaminazione con nuove forme di attività. Queste sono alla base della rinascita di un distretto manifatturiero ormai scomparso come quello dei gioielli di Birmingham (De Propris e Lazzeretti 2009), che è rinato recentemente per merito della comunità indiana e delle sue relazioni internazionali come cluster urbano creativo basato sul design e sulla commercializzazione.

4. *Serendipity*. L'ultimo sentiero, a differenza del precedente, presenta maggiori difficoltà di individuazione (Pina Cuha, Clegg e Mendonça 2010). Ricordiamo in ogni caso che solitamente con tale termine s'intende «the capacity of discovering pleasing or valuable things by chance» (*Collins English Dictionary* 1998). Il ruolo della scoperta è in questo caso centrale e assume, in alcune importanti innovazioni, un carattere imprevedibile e spesso fortuito. La Coca-Cola, per esempio, fu inizialmente concepita come un medicamento, per poi essere sfruttata commercialmente in altro modo diventando la più famosa bibita del mondo, pur mantenendo segreta la propria formula. Anche l'eterogeneità del bagaglio di conoscenze possedute dagli attori creativi può favorire la scoperta di nuove correlazioni, come insegna la lezione di Pasteur, il quale attribuì la sua idea originale della «protection by inoculation of germs of weakened virulence» proprio alla molteplicità dei suoi interessi. Un altro esempio recente nell'ambito di un distretto creativo è quello della tecnologia dei metal detector applicata negli aeroporti, ideata da un'azienda orafa aretina che in precedenza l'aveva



## 10 Cluster creativi per i beni culturali

sviluppata nel corso del processo di selezione delle leghe metalliche per la caratura dell'oro. Tali scoperte si basano sul fatto che lo spettro di possibili applicazioni di una data tecnologia (come quella del laser al restauro dei manufatti artistici, ricostruita al cap. 2) non può essere definito in maniera esaustiva a priori ma viene invece identificato in seguito a processi di *trial and error* alimentati da eventi apparentemente casuali (Dew, Saradswaty e Venkataraman 2004).

### 4. La dimensione spaziale della creatività

Riprendendo il filo del nostro ragionamento, ci chiediamo quindi quali sono i luoghi ideali che possono favorire la creatività e quali sono i meccanismi che stimolano il processo innovativo: lo facciamo a partire dal concetto di CCC e rifacendoci alle precedenti argomentazioni. Seguendo il *creative milieu approach* (Becattini 1989; Maillat 1992) e fertilizzandolo attraverso alcune contaminazioni provenienti dall'economia della cultura/creatività e dalla nuova geografia economica evolutiva introduciamo una nuova definizione d'ambiente creativo (*New Creative Milieu* – NCM) contestualizzata nella fase della valorizzazione culturale dell'economia.

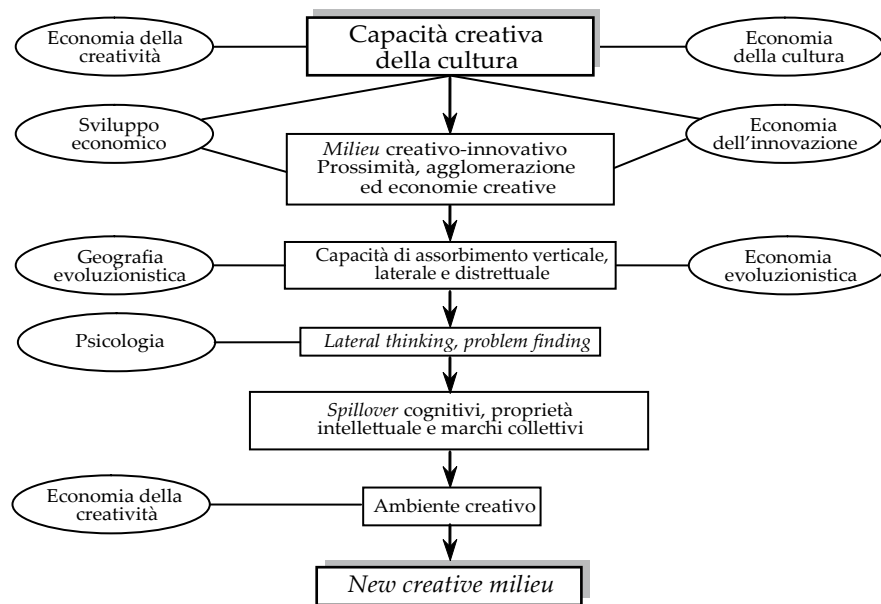
In prima approssimazione intendiamo dunque come NCM

uno spazio informale collettivo, fisico o virtuale od anche solo ideale, che sia in grado di favorire la CCC. Esso è caratterizzato da processi di *lateral thinking* e *problem finding* alimentati da una prossimità laterale di tipo cognitivo capace di stimolare correlazioni inusuali (Lazzeretti 2009: 289).

Per chiarire lo sviluppo del concetto richiamiamo di seguito alcuni dei principali approcci teorici che hanno condotto all'individuazione della «dimensione spaziale della creatività» e il NCM, riflettendo in vari modi sul rapporto fra sviluppo locale e processi innovativi (fig. 1.1). Tali contributi sembrano trovare il proprio collante teorico nel concetto marshalliano di «atmosfera creativa marshalliana», che rappresenta, in ultima analisi, l'antecedente del rapporto fra creatività, sviluppo locale e innovazione in cui ci ritroviamo.

When an industry has thus chosen a locality for itself, it is likely to stay there long: so great are the advantages which people following the same skilled trade get from near neighbourhood to another. The mystery of the trade become no mysteries: but are as it were in the air, and children learn many of them unconsciously [...]. Good work is rightly appreciated, inventions and improvements in machinery, in processes and the general organisation of business have their merit promptly discussed: if one man starts a new idea, it is taken up by others and combined with suggestions of their own: thus becomes the source of further new ideas (Marshall 1920: 225).

Fig. 1.1 – La dimensione spaziale della creatività.



Fonte: nostra elaborazione.

1. *La dimensione locale dell'innovazione.* Il tema della dimensione locale dell'innovazione è un primo punto di convergenza fra gli studi sullo sviluppo economico locale e l'economia dell'innovazione (Capello 2007). In particolare il concetto di *milieu innovateur*, sviluppato dalla scuola del GREMI, è cruciale perché si focalizza sul rapporto fra sviluppo locale e innovazione e privilegia gli ambienti urbani, che sono strategici per la cultura. Ricordiamo che Camagni e Maillat (2006) hanno posto l'accento sul ruolo delle risorse, delle istituzioni e della governance dell'innovazione, capace di integrare anche reti innovative di imprese. È un approccio dinamico aperto all'esterno che ha saputo sviluppare accanto alla tradizionale vocazione industriale orientata ai settori ad alta tecnologia, anche un'attenzione alle risorse culturali e naturali (Camagni, Maillat e Matteaccioli 2004), considerando cultura e creatività come una nuova importante opportunità (Kebir e Crevoisier 2008). Per tali motivi, certamente quest'approccio ha dato un importante incipit al nostro ragionamento.

2. *La nozione di prossimità.* Un secondo contributo ci viene poi dagli studi sulla prossimità (Torre e Gilly 2000). Nata essenzialmente come prossimità fisica (geografica), essa rappresenta uno dei cardini dello sviluppo

## 12 Cluster creativi per i beni culturali

locale. Intesa inizialmente in questo senso, si è ampliata nelle sue accezioni (Boschma 2005) fino a includere una componente cognitiva (analogia degli schemi interpretativi), organizzativa (controllo), sociale (fiducia e relazioni interpersonali) e istituzionale (istituzioni comuni).

Nelle città creative considerate come inserite all'interno di reti locali e globali, è importante accorciare le distanze, creare occasioni di scambio e di conversazione per generare nuove idee e innovazioni.

3. *Le economie creative.* Dal nostro punto di vista consideriamo le economie creative come economie esterne di agglomerazione riconducibili sia alla diversificazione che alla specializzazione. Sulla stessa linea, Feldman e Audretsch (1999) collegano l'innovazione a entrambe le strategie, mentre Lorenzen e Frederiksen (2008) e Trullén e Boix (2008) ne sottolineano la compresenza nelle città creative e della conoscenza. Che le economie esterne di agglomerazione siano da ricondurre alla diversità e alla varietà (economie di scopo) o alla specializzazione (economie di scala) è un tema tradizionalmente assai dibattuto. Glaeser *et al.* (1992) attribuiscono alle tradizionali esternalità di tipo marshalliano il fatto che una particolare concentrazione di imprese appartenenti ad uno specifico settore in una determinata regione geografica faciliti gli spillover cognitivi tra le imprese. In contrasto, Jacobs (1969) argomenta che è lo scambio di conoscenze complementari tra imprese e agenti economici appartenenti a settori diversi che fornisce migliori risultati economici.

Nelle nostre analisi sui processi di distrettualizzazione culturale nelle città d'arte li abbiamo considerati entrambi. Abbiamo evidenziato, da un lato, i vantaggi della specializzazione distrettuale e, dall'altro, quelli della diversificazione delle città (Cooke e Lazzarotti 2008). Lo stesso Becattini (1989) ricorda come anche nei distretti monosettoriali la coesistenza di competenze differenti e differenti approcci all'interno della divisione del lavoro possa essere comunque fonte di nuove combinazioni. Per Dei Ottati (2006) invece le economie di creatività sono economie semiautomatiche di innovazione continua, generate cioè dal normale funzionamento del distretto. L'atmosfera creativa marshalliana, stimolata dalla circolazione delle conoscenze e dall'apprendimento reciproco, favorisce la creatività industriale, aiutata non solo dal gran numero di soggetti che interagiscono fra loro, ma anche dal fatto che le competenze sono varie, ma connesse.

4. *Il pensiero creativo.* Come passare dalla dimensione locale dell'innovazione alla dimensione locale della creatività? Ancora una volta prendiamo spunto da Becattini (1989) con la sua idea di distretto industriale come *creative milieu* e dal pensiero creativo dello psicologo De Bono (1971). Quest'ultimo sottolineava la rilevanza delle attività di *problem finding* per lo sviluppo del pensiero laterale nel processo creativo rispetto a quelle di *problem solving*, correlato invece allo sviluppo del pensiero verticale. Il pensiero

creativo non è per questo indisciplinato, ma segue una sua logica, composta da quattro principi guida: il riconoscimento della divergenza delle idee dominanti; la ricerca di modi diversi di guardare alle cose; un controllo meno rigido del pensiero verticale; l'“utilizzo” del caso. Quest'ultimo principio è per noi particolarmente importante per le sue implicazioni per la CCC e in particolare per la *serendipity* e la *cross-fertilisation*.

Il ‘caso’ è una fonte inesauribile di informazioni e possibilità di connessione, ma spetta al pensiero creativo individuarle, ricombinarle e assegnare loro un nuovo ordine logico. Un atteggiamento di questo tipo può aiutare a trasformare idee che sono convenzionali all'interno di certi ambiti, in idee originali in altri campi e ‘andare incontro al caso’ può pertanto costituire una buona pratica di ricerca.

Partendo da quest'approccio, Becattini (1989) afferma che la creatività non è solo una potenzialità, ma anche un fatto concreto. Se, da un lato, possiamo parlare di una «creatività generica», ovvero dell'abilità di un individuo o di un gruppo di identificare connessioni inusuali, dall'altro si dà rilievo ad una «creatività orientata» ed efficace, capace di esprimere nuove o diverse combinazioni. Per esempio, nel distretto di Prato, dove la cultura del tessile è predominante, ve ne sono anche altre, come quella meccanica, chimica, mercantile che possono fornire importanti occasioni di creatività. Allora può accadere che quello che poteva essere considerato un esempio di *problem solving* in una determinata fase produttiva, possa invece costituire un'occasione di *problem finding* ad un altro livello della filiera.

5. *Gli ambienti informali*. Come abbiamo ricordato, il pensiero laterale considera il ‘caso’ come una fonte inesauribile di idee e di conoscenze. Questo pensiero si sviluppa in maniera privilegiata all'interno di ambienti informali, piuttosto che nei luoghi tradizionalmente dedicati alle innovazioni, come per esempio i laboratori di R&S. Si evidenzia, così, l'importanza della conversazione, rispetto al *problem solving*, per la produzione di nuove idee. I distretti, le università, le nuove comunità open source costituiscono dei luoghi ideali, degli spazi pubblici (Lester e Piore 2004) dove sviluppare il pensiero creativo. Già Breit (1987) sottolinea a questo proposito il ruolo degli ambienti conviviali, mentre Camagni parla di una sorta di «effetto caffetteria» nei milieu urbani parigini e Becattini (1989) ricorda l'esempio della Tavola Alta degli economisti di Oxbridge come luogo privilegiato di discussione. Più recentemente, Lester e Piore hanno evocato la figura del «cocktail manager» nell'avviare e mantenere viva la conversazione tra invitati provenienti da ambienti sociali e disciplinari differenti. In buona sostanza, la creatività è un processo sociale, individuale e collettivo, aperto e basato sul confronto e lo scambio che si sviluppa in ambienti creativi preferibilmente informali.

## 14 Cluster creativi per i beni culturali

6. *L'habitat creativo*. Anche gli studiosi di economia creativa sottolineano l'importanza di un *creative milieu*, riferendosi in particolare alla «qualità del luoghi». Per l'autore la qualità dei luoghi deve essere compresa in termini più ampi di quanto siamo stati finora abituati: mentre l'attrattività e le condizioni dell'ambiente naturale e di quello costruito dall'uomo sono sicuramente importanti, lo sono altrettanto la presenza di una ricca scena culturale e di un'elevata concentrazione di persone attive in occupazioni culturali e creative (i cosiddetti *bohémien*s o «classe creativa»).

Florida ha introdotto questa nozione nell'ambito della sua teoria sul capitale umano basata sulle 3T (Tolleranza, Talento e Tecnologia) e quest'idea può a nostro avviso fertilizzare opportunamente quella sviluppata da De Bono. L'autore, constatando la crescente rilevanza della dimensione locale nella competizione globale, pone in risalto come le località siano in grado di creare e mantenere un microclima economico-sociale capace di attivare risorse e competenze fondamentali per la crescita (Florida e Tinagli 2004). Egli sottolinea, inoltre, come la scelta del «dove vivere» sia rilevante come quella relativa a «per chi lavorare»: in altre parole, per lui, la città non può essere altro che un *habitat creativo*.

7. *L'approccio evolutivo e la capacità di assorbimento*. Come si realizza il processo innovativo? Un contributo fondamentale è dato dagli economisti dell'innovazione e dai geografi evolucionisti. In particolare, il concetto di *absorptive capacity* (capacità di assorbimento) di Cohen e Levinthal (1990) è rilevante perché sottolinea come l'abilità dell'impresa di assorbire e rielaborare le conoscenze provenienti dall'esterno sia di fatto *path dependent*, dipenda cioè dal suo bagaglio di conoscenze di base acquisite nel corso del tempo. In un secondo momento, Giuliani (2005) estende questo stesso concetto al cluster, rilevando la capacità del cluster di identificare, assimilare e sfruttare la conoscenza proveniente da fonti esterne. Essa dipende in grande misura dalla capacità di assorbimento di ciascun attore individuale – imprese e istituzioni – e dalle loro interazioni: le imprese leader possono funzionare come *hub* o *gatekeeper* che cercano di assorbire conoscenza non locale, la quale può diffondersi o meno alle altre imprese del cluster, a seconda della rispettiva capacità di assorbimento.

In seguito, i geografi evolucionisti hanno affiancato tale concetto a quello di *related variety* applicandolo anche a città e regioni (Frenken, van Oort e Verburg 2007). In tal senso, la presenza all'interno della stessa città o regione di molteplici attività economiche, distinte ma interconnesse grazie alla condivisione di tecnologie o di mercati comuni, è in grado di alimentare una base solida e diversificata di conoscenze e competenze attraverso relazioni di scambio o di *networking*. Quest'ultimo approccio è particolarmente interessante ai nostri fini, poiché ci permette di cogliere molteplici tipologie di correlazione, foriere di altrettanti possibili percorsi di *cross-fertilisation*.

Infine, direttamente collegata alla capacità di assorbimento è la nozione di *knowledge spillover*, che collega l'approccio dello sviluppo locale a quello dell'economia evolutiva a cui abbiamo fatto riferimento. Nel nostro caso sono particolarmente interessanti piuttosto le esternalità creative, che caratterizzano sia le industrie creative che i network di artisti, entrambi solitamente clusterizzati. Per esempio una forma istituzionale di *creative spillover* si ha nelle scuole d'arte o nelle accademie che attraggono giovani artisti. Si crea in questi ambienti un'atmosfera che incentiva gli artisti a creare, anche al di là delle lezioni formali che vengono impartite nelle strutture (Bille e Schulze 2006).

## 5. L'ambiente creativo

In sede conclusiva, è necessario precisare che non esistono in generale luoghi creativi di per se stessi, siano essi città, distretti, o quartieri. Gli ambienti che favoriscono la CCC sono habitat creativi in grado di generare non solo idee e innovazioni, ma anche economie esterne di agglomerazione (economie creative). Al loro interno la CCC viene alimentata dal pensiero e dalla prossimità laterali, capaci di individuare o costruire nuove o diverse correlazioni tra ambiti diversi. Questa creatività favorisce l'esplorazione di nuove alternative e concorre a sviluppare economie creative capaci di coniugare la forza della specializzazione tipica dei distretti con la potenza della diversificazione delle città. Rispetto alla prima definizione di ambiente creativo individuiamo adesso nello specifico i quattro fattori fondanti (fig. 1.2):

Fig. 1.2 – I concetti chiave del *new creative milieu*.

<b>Habitat creativo:</b> luogo atto ad attrarre una classe creativa.	<b>Esternalità creative:</b> spillover cognitivi generati dal pensiero laterale.
<b>Prossimità laterale:</b> è una prossimità di tipo essenzialmente cognitivo favorita dagli ambienti informali.	
<b>Capacità di assorbimento creativa:</b> l'abilità di trasformare la creatività generica in creatività orientata.	<b>Economie creative:</b> economie da agglomerazione prodotte nell'ambito di ambienti creativi.

Fonte: nostra elaborazione.

1. *Habitat creativo.* È un luogo capace di attrarre una classe creativa che viene scelto come luogo di vita e di lavoro. Questo luogo può essere attrattivo non solo per il capitale umano, ma anche per le imprese creative. Esso si caratterizza per la presenza di risorse culturali, materiali e immateriali e di un capitale sociale creativo. È naturalmente flessibile ed eclettico e tende a esplorare differenti modi di vedere le cose.

## 16 Cluster creativi per i beni culturali

2. *Prossimità laterale*. La prossimità laterale è da noi definita come una prossimità essenzialmente cognitiva che viene favorita dagli ambienti informali. Essa può sviluppare nuove connessioni multidimensionali, con settori correlati e no, lungo catene internazionali del valore anche al di fuori delle relazioni tipicamente di filiera. Può essere agevolata dalla prossimità fisica o relazionale, ma può realizzarsi anche su base virtuale o ideale. La sua efficacia dipende dalla 'distanza cognitiva' misurabile in termini di condivisione di conoscenze e di esperienze. Nei distretti questa distanza può essere più corta per la presenza di beni e conoscenze condivise o di obiettivi comuni alla filiera. Nelle città può essere breve, se si incrocia con le altre tipologie di prossimità, per esempio quella istituzionale o quella geografica, come nel caso di alcuni cluster culturali di Firenze. Può essere viceversa ampia, anche in presenza di *co-location*, se gli attori appartengono a mondi diversi, con valori non compatibili.

3. *Capacità di assorbimento creativa (creative absorptive capacity)*. È la capacità di trasformare la creatività generica in una creatività orientata, in grado cioè di generare idee e innovazioni e anche di trasferirle efficacemente. Essa dipende dal sapere tacito accumulato nell'*habitat creativo* e dalla *path dependence* degli attori creativi, siano essi imprese o altri attori economici, non economici e istituzionali localizzati in cluster, città o regioni. La sua efficacia può essere misurata in termini di idee e innovazioni generate, siano esse individuali o collettive, che vengono solitamente protette dai diritti di proprietà intellettuale.

4. *Economie creative*. Sono economie esterne di agglomerazione che si realizzano negli ambienti creativi. La loro natura trasversale è determinata da percorsi di *cross-fertilisation* e *serendipity*, capaci di coniugare i vantaggi della specializzazione con quelli della diversificazione. Esse si ritrovano nei diversi ambienti creativi, siano essi per esempio città o distretti creativi.

## Primo studio sui cluster creativi

Le tecnologie laser per la conservazione dei beni culturali a Firenze

### I. Premessa

In questo capitolo presentiamo i principali risultati dell'applicazione dell'approccio della Capacità Creativa della Cultura (CCC) al caso delle tecnologie laser per il restauro a Firenze. Un'innovazione che – a detta dei numerosi esperti del settore incontrati nel corso della nostra ricerca – a circa quarant'anni dalla sua proposta, si può dire compiuta.

I laser sono stati al centro dello sviluppo di varie generazioni di sistemi, sempre più evoluti tecnologicamente ed atti ad essere usati come nuovi utensili da parte dei restauratori (Siano *et al.* 2010; 2012). Le metodologie del loro utilizzo sono state affinate e validate nel corso di innumerevoli operazioni di restauro condotte su molteplici tipologie di manufatti artistici, risolvendo problematiche che sarebbe stato arduo affrontare con le tecniche tradizionali. Le *best practices* si sono diffuse a partire dai centri di restauro più avanzati verso molti paesi europei ed extraeuropei, attraverso sperimentazioni svolte sulla base degli ottimi risultati ottenuti prevalentemente in Italia. È in continua crescita l'interesse ad apprendere come usare queste tecniche al meglio delle loro potenzialità, che rinnovano radicalmente le modalità dell'intervento di pulitura.

L'innovazione che si sta consolidando costituisce un fatto insolito nel panorama delle tecniche di conservazione, ed è perciò opportuno studiarne la genesi, le tappe fondamentali, le relazioni interorganizzative e i processi di trasferimento cruciali che hanno portato alla sua compiuta implementazione (Salimbeni *et al.* 2003; Siano e Salimbeni 2010). A Firenze l'esperienza guadagnata nelle applicazioni industriali e chirurgiche dei laser, tra la seconda metà degli anni Ottanta e l'inizio degli anni Novanta è stata tradotta con successo al settore dei beni culturali da parte di un cluster creativo di attori, economici e non economici, i quali, apportando competenze



differenti e svolgendo funzioni complementari, hanno attivato e portato a compimento il processo innovativo.

Com'è stato possibile tutto ciò? Che ruolo possiamo riconoscere alla presenza di processi di distrettualizzazione culturale in questo luogo di alta cultura, come ci ha insegnato la lezione dei distretti culturali?<sup>1</sup> Certamente, un ruolo importante è stato svolto dalla prossimità fra gli attori, non solo di natura fisica, ma anche cognitiva. In tale contesto, il patrimonio artistico oggetto del restauro e della conservazione non ha rappresentato solo un'occasione di validazione di eccellenza, ma anche un sistema di valori condiviso.

Partendo quindi dal modello della CCC e dalla città d'arte intesa come ambiente creativo, abbiamo in primo luogo tentato di ricostruire le principali fasi di sviluppo dell'innovazione delle tecnologie laser nel restauro e, successivamente, attraverso l'identificazione e l'analisi delle relazioni fra gli attori del cluster creativo del restauro artistico fiorentino, abbiamo testato con successo il nostro modello attraverso l'applicazione dell'analisi reticolare. Fermi restando i limiti della prospettiva seguita<sup>2</sup> e dei dati presi in considerazione, sembra che i risultati del nostro studio possano confermare la presenza di un nucleo strategico di attori creativi nel cluster del restauro, mostrando come la città di Firenze sia stata a tutti gli effetti un ambiente creativo favorevole allo sviluppo dell'innovazione.

Nel prosieguo del capitolo, viene presentato il disegno di ricerca e la metodologia di analisi seguita. Successivamente, si ripercorre la storia dell'innovazione dalla sua genesi alla sua diffusione internazionale, concentrandosi poi sull'esperienza italiana e fiorentina. La storia delle tecnologie laser viene riletta a partire dalla serie dei progetti finanziati e se ne dà una nuova interpretazione in termini di sentieri della CCC, sottolineando i percorsi di *serendipity* e di *cross-fertilisation*. Nel par. 4 il focus dell'analisi verte sullo studio delle relazioni fra gli attori del cluster, affrontato attraverso la tecnica della *Social Network Analysis* (SNA), che consente di mettere in evidenza i diversi ruoli assunti dai soggetti nel processo di innovazione e la rispettiva centralità. Una riflessione conclusiva sintetizza i principali risultati raggiunti.

## 2. Disegno e metodologia di ricerca

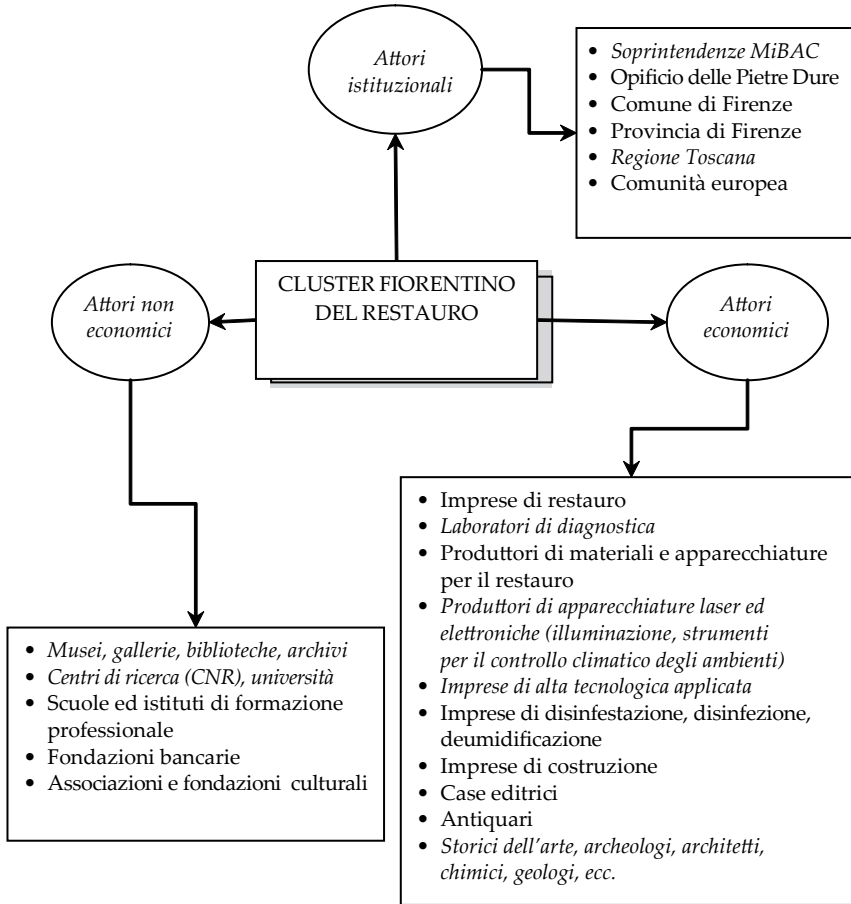
Il presente lavoro ha preso le mosse dal cluster del restauro che avevamo individuato negli studi precedenti, nel cui ambito sono stati isolati gli

<sup>1</sup> In questo modello, la città d'arte è un «sistema locale ad alta densità culturale» (HC) caratterizzato dalla presenza sul territorio di un'elevata dotazione di risorse artistiche, naturali, umane e culturali (PACA) che la identificano come un «luogo *High-Culture*» e da una rete di attori economici, non economici e istituzionali che svolgono attività di conservazione, valorizzazione, gestione economica di tali risorse e che nel loro insieme rappresentano il «cluster HC della città» (Lazzeretti 2004).

<sup>2</sup> Ricordiamo che la nostra analisi ha privilegiato la prospettiva dell'IFAC-CNR da cui lo studio ha preso avvio per poi estendersi anche agli altri attori del cluster del restauro fiorentino.

attori coinvolti nell'innovazione relativa alle applicazioni delle tecnologie laser alla conservazione dei beni culturali (fig. 2.1).

Fig. 2.1 – Il cluster del restauro a Firenze.



Nota: In corsivo sono indicati gli attori creativi del cluster del restauro fiorentino, che hanno concorso alla realizzazione delle tecnologie laser per il restauro.

Fonte: Lazzeretti e Cinti (2012); nostra traduzione.

L'incipit dello studio è scaturito dall'osservazione del restauro condotto tramite laser sulla porta del Paradiso del Ghiberti al Battistero di San Giovanni di Firenze (Siano e Salimbeni 2001), dove si è messo in evidenza il primo nucleo di attori creativi. Successivamente, abbiamo scelto di cominciare la nostra analisi dall'attore che aveva avviato il processo innovativo

con le prime attività di ricerca: l'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del CNR di Firenze (IFAC-CNR).

L'indagine sul campo è stata svolta seguendo due metodologie di raccolta di informazioni. In primo luogo, sono state condotte interviste a interlocutori privilegiati che hanno avuto un ruolo decisivo nello sviluppo del laser per il restauro. A tal proposito è stato adottato il metodo di *snowball sampling* (Goodman 1961), che prevede che a un soggetto considerato centrale per il processo in esame venga chiesto di nominare gli altri attori che abbiano giocato un ruolo chiave, ripetendo la procedura per il successivo gruppo di soggetti identificati. Il processo si è concluso quando abbiamo intervistato i principali attori<sup>3</sup>.

In secondo luogo, poiché dalle interviste è risultato evidente come il laser sia stato il frutto di una collaborazione instauratasi tra diversi attori sulla base di attività progettuali, è stata svolta un'analisi dei progetti centrali per lo sviluppo della tecnologia. A questo fine, è stato realizzato un database *ad hoc* che raccoglie le informazioni fornite direttamente dall'IFAC-CNR, che di fatto ha rappresentato il perno di tutta la 'macchina progettuale', dal momento che ha partecipato a quasi tutte le iniziative e ne ha coordinate la metà.

Questa procedura ha portato alla selezione di dodici progetti che coprono un arco temporale di quasi quindici anni (1995-2009). I dati così raccolti sono stati elaborati con una duplice finalità:

1. evidenziare l'evoluzione della tecnologia laser applicata al settore del restauro dalla nascita ai suoi recenti sviluppi, evidenziando i fattori che l'hanno contraddistinta;
2. approfondire il ruolo degli attori chiave nel processo innovativo e nell'attivazione delle risorse (umane, tecniche, scientifiche, finanziarie, relazionali) di un ipotetico cluster creativo.

Per rispondere al primo obiettivo, relativamente a ciascun progetto sono state elaborate informazioni sia di carattere generale (titolo, ente erogatore, anno, coordinatore, numero di partner ecc.), sia di tipo più puntuale, per far emergere l'effettivo contributo allo sviluppo dell'innovazione (ruolo del progetto nel processo, elementi chiave, risultati).

<sup>3</sup> Gli intervistati sono stati nell'ordine: dottor Renzo Salimbeni, direttore dell'IFAC-CNR; dottor Salvatore Siano (ricercatore IFAC-CNR); professor Leonardo Masotti (fondatore di El.En. e presidente del comitato scientifico); dottoressa Annamaria Giusti (allora direttrice dei settori Restauro dei Lapidei, e Bronzi e Armi Antiche dell'Opificio delle Pietre Dure). Inoltre due seminari al Corso di Perfezionamento in Economia e Gestione dei Beni Museali organizzato dall'Università di Firenze ci hanno permesso di coinvolgere nelle interviste anche il responsabile tecnico dell'Opera del Duomo, il dottor Paolo Bianchini e la direttrice del Museo Nazionale del Bargello, la dottoressa Beatrice Paolozzi Strozzi.

Per rispondere al secondo punto, invece, il database è stato organizzato in modo funzionale all'applicazione della SNA con l'obiettivo di porre in rilievo le relazioni intersoggettive derivanti dalla comune partecipazione ai progetti. Si tratta di una metodologia che studia e rappresenta le relazioni sociali (Wellman 1988) e che si presta a essere impiegata in molteplici campi di indagine. Essa poggia su alcuni principi base che valgono a prescindere dalla specifica applicazione e dagli obiettivi per i quali viene utilizzata: innanzitutto, gli attori e le relative azioni sono considerati come unità interdipendenti e non indipendenti; in secondo luogo, le relazioni tra attori sono considerate come canali per il trasferimento e la trasmissione di risorse (siano esse materiali o immateriali); terzo, la struttura del network è vista come un ambiente che può offrire opportunità o creare costrizioni alle azioni individuali; infine, i modelli di network traducono le strutture – sociali, economiche, politiche ecc. – in modelli durevoli di relazioni tra attori (Wasserman e Faust 1994).

Nel nostro caso, la relazione tra attori deriva dalla comune partecipazione ai progetti selezionati. Per ciascun attore, oltre all'informazione sui progetti a cui ha preso parte, sono stati rilevati determinati attributi, finalizzati sia ad una maggior specificazione del soggetto sia all'elaborazione di alcune statistiche descrittive: contributo finanziario ricevuto, sede, tipologia (centro di ricerca, impresa, università, ente ecc.), area di competenza. A tal riguardo è opportuno fare alcune precisazioni. Per quanto riguarda le risorse finanziarie, per i progetti di cui era disponibile solo l'importo complessivo senza l'assegnazione ai singoli partecipanti (progetti RIS+ e RRAT-2) abbiamo ripartito il finanziamento equamente tra tutti gli attori. Le competenze di ciascun attore sono state, invece, indicate tenendo presente lo specifico campo di applicazione al restauro: per le università, in particolare, abbiamo fatto riferimento ai dipartimenti coinvolti (Archeologia, Scienze della Terra, Chimica ecc.); abbiamo fatto rientrare istituti e accademie che svolgono specifica attività di formazione (in particolare nel campo delle belle arti, della conservazione, delle scienze) sotto la generica voce «Formazione».

### **3. La genesi dell'innovazione «laser per il restauro dei beni culturali»: un richiamo e una reinterpretazione**

#### *3.1 Genesi dell'innovazione e diffusione del laser in campo internazionale*

L'applicazione del laser al restauro dei beni culturali ha preso origine dai lavori svolti da John Asmus nei primi anni Settanta (Asmus, Murphy e Munk 1974) il quale, come noto, sperimentò per la prima volta le potenzialità di un tale sistema per la pulitura di una colonna nella chiesa di San Gregorio a Venezia (cfr. tab. 2.1). La sperimentazione fu condotta nell'ambito di un progetto riguardante la realizzazione di una documentazione

## 22 Cluster creativi per i beni culturali

olografica dell'apparato scultoreo della chiesa. Asmus si rese conto accidentalmente che il laser a rubino utilizzato per i processi olografici poteva essere utilizzato efficacemente anche per rimuovere la patina scura formata sul marmo di alcune colonne dell'edificio (Bordalo 2008).

Tab. 2.1 – Evoluzione dell'innovazione laser.

Periodo	Fasi dell'innovazione	Principali eventi
Anni Settanta	Origini	<ul style="list-style-type: none"><li>• Applicazione pionieristica di Asmus a Venezia</li><li>• Primi risultati di test</li><li>• Limiti tecnologici e alti costi</li></ul>
Anni Ottanta	Incubazione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esperienze isolate (Asmus e allievi)</li><li>• Mancanza di studi sistematici</li><li>• Risultati talvolta molto discutibili</li><li>• Diffidenza dei conservatori</li><li>• Miglioramenti della tecnologia, ma costi sempre elevati</li></ul>
Anni Novanta	Sviluppo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Progetti di ricerca in Italia e Francia, Grecia, Inghilterra e Germania</li><li>• Sviluppo di sistemi laser dedicati a costi ragionevoli</li><li>• Discussione sui parametri d'irraggiamento più appropriati</li><li>• Primi interventi 'importanti' con particolare sviluppo in Francia</li><li>• Risolti (in parte) alcuni problemi tra cui quello dell'ingiallimento</li></ul>
Anni recenti	Diffusione di un approccio rigoroso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il quadro più definito è quello del trattamento di manufatti lapidei</li><li>• Crescente numero di interventi su oggetti importanti</li><li>• Inizi di studi sistematici e applicazione a manufatti metallici</li><li>• Prime applicazioni a dipinti murali e altre policromie</li><li>• Test sperimentali su altri materiali (vetri, tessuti, legno, avorio, carta, pergamena ecc.)</li></ul>

Fonte: nostra elaborazione su dati IFAC-CNR.

Il laser, sottoposto ad alcune modifiche, fu quindi applicato nel gennaio del 1972 alla pulitura di manufatti in marmo, in collaborazione con Giulia Musumeci e Lorenzo Lazzarini (Lazzarini, Asmus e Marchesini 1972) del Laboratorio del Restauro di San Gregorio (Soprintendenza alle Gallerie e alle Opere d'Arte del Veneto); grazie agli eccellenti risultati conseguiti, il progetto per la realizzazione della documentazione olografica fu convertito in un'operazione di pulitura delle statue in marmo.

Nonostante i primi test sviluppati a Venezia, l'efficacia del laser si trovava ancora ad uno stadio iniziale e, per verificarne l'utilizzo e la sicurezza su beni artistici, lo stesso Asmus sviluppò ulteriori test su molteplici materiali tra il 1972 e il 1974 presso l'Università della California a San Diego. Il progetto si concluse nel 1975 con la costruzione di un sistema laser per la pulitura delle statue in marmo effettuata a Venezia (Asmus, Seracini e Zetler 1976).

Una volta verificate le nuove potenzialità tecnologiche del laser, iniziò una lunga fase di sperimentazione da parte sia di Asmus che dei suoi allievi, per avvalorarne l'effettiva possibilità di applicazione al restauro di beni culturali. In Italia, le prime applicazioni furono svolte dall'architetto Calcagno, un restauratore allievo di Asmus, che utilizzò professionalmente questa tecnica a partire dal 1978 impiegando un laser a neodimio (Nd:YAG)<sup>4</sup> in una serie di restauri a edifici e chiese (Salimbeni *et al.* 2000), iniziando successivamente (1999) una produzione limitata (con marchio Altech) di sistemi laser dedicati al restauro di materiali lapidei (Fincato 2009)<sup>5</sup>.

Nello stesso periodo, un team di ricerca guidato da Asmus e finanziato da privati<sup>6</sup> realizzava un progetto a Firenze alla ricerca del famoso dipinto *La Battaglia di Anghiari*, affrescato, secondo le fonti, da Leonardo da Vinci presso il Salone dei Cinquecento di Palazzo Vecchio. Il progetto utilizzava tecnologie radar per indagare se il dipinto di Leonardo fosse stato nascosto all'interno delle pareti del salone o se fosse stato coperto dal dipinto successivo del Vasari<sup>7</sup>. La ricerca fu seguita da Umberto Baldini, allora direttore dell'Opificio delle Pietre Dure (OPD) di Firenze (Asmus, Westlake e Newton 1975)<sup>8</sup>.

Indipendentemente dai risultati di questo progetto, che come vedremo influenzerà comunque non poco l'ambiente fiorentino<sup>9</sup>, Asmus insistette nell'utilizzo del laser per il restauro artistico fino a impiegarlo recentemente in Cina, sull'esercito dei Guerrieri di Terracotta, e in America (Bordalo 2008).

<sup>4</sup> Il laser Nd:YAG è un laser a stato solido che sfrutta come mezzo laser attivo un cristallo di ittrio e alluminio drogato con neodimio.

<sup>5</sup> Tra i lavori di Altech possiamo elencare tra i più importanti il Palazzo Ducale a Venezia, il Duomo di Cremona a Siena, la Cattedrale di St. Stephen a Vienna (cfr. più avanti), il Museo di Norimberga e più recentemente la Public Library a New York.

<sup>6</sup> Finanziato dal petroliere, nonché collezionista d'arte americano Armand Hammer.

<sup>7</sup> Proprio in questo periodo il dipinto di Leonardo da Vinci è di nuovo al centro di un ampio dibattito grazie a nuovi test per la sua ricerca sviluppati insieme al National Geographic e all'ingegner Maurizio Seracini, fellow della National Geographic Society e fondatore del Center of Interdisciplinary Science for Art, Architecture and Archaeology (CISA3) dell'Università della California di San Diego. Seracini, tra i massimi esperti mondiali di diagnostica dei beni culturali, ha cominciato a cercare il dipinto più di trent'anni fa.

<sup>8</sup> Anche a Firenze Asmus proporrà poi una sperimentazione della pulitura laser, che Umberto Baldini riporterà in seguito come una tecnica promettente, ma molto lenta.

<sup>9</sup> Partecipano a questo progetto infatti non solo Annamaria Giusti, ma anche il professor Leonardo Masotti, che sarà attraverso l'El.En. uno dei principali attori per lo sviluppo dell'innovazione laser nel restauro.

Anche in Europa si era nel frattempo compresa l'importanza e il potenziale di questa tecnologia e negli anni successivi i paesi con una maggior dotazione di beni culturali iniziarono a realizzare attività progettuali finalizzate allo sviluppo del laser (Salimbeni, Pini e Siano 2002).

La Francia fu uno dei primi paesi a porre al centro dell'attenzione il laser per la conservazione dei beni culturali e, in particolare, per la pulitura delle superfici in marmo. Grazie al contributo del Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) di Champs-sur-Marne (Francia), fu un'impresa francese (la BMI) una delle prime a sviluppare un sistema laser Nd:YAG e ad applicarlo poi al restauro dei portali della Cattedrale di Nôtre Dame a Chartres (Oriol e Gauffillet 1989; Oriol 1995).

Solamente però a metà degli anni Novanta, nel 1994, l'approvazione di due progetti europei finanziati nell'ambito del IV e del V Programma Quadro<sup>10</sup> permise di mettere a punto il primo laser a neodimio che usava una fibra ottica per il trasporto della radiazione fino al manipolo emettitore con una produzione in serie (Vergès-Belmin, Pichot e Oriol 1993; Vergès-Belmin *et al.* 2003). Durante gli anni Novanta, la Francia collezionò un ampio numero di applicazioni del laser al restauro, condotte anche in ambito internazionale su aree ampie come la facciata del municipio di Rotterdam in Olanda (Vergès-Belmin 2003). Tuttavia in questi progetti la mancanza di studi sul processo fisico e di interazione laser-materiale e di approfondimenti petrografici non permisero di comprendere fino in fondo le fenomenologie osservate<sup>11</sup>. L'approccio tecnologico e metodologico dei gruppi di ricerca francesi vengono messi in discussione dall'Istituto di Elettronica Quantistica (IEQ-CNR) (Siano *et al.* 1996).

Nello stesso periodo, in Inghilterra il Conservation Centre di Liverpool si segnalò come uno dei soggetti più attivi nella sperimentazione laser, rivolta in questo caso prevalentemente alla pulitura di materiali lapidei, arrivando alla realizzazione di un primo laser a neodimio con una produzione limitata a pochi esemplari (Cooper, Emmony e Larson 1995).

In Grecia, la Foundation for Research and Technology, Institute of Electronic Structure and Laser (FORTH-IESL) di Creta propose in quegli stessi anni, invece, un metodo dedicato principalmente alla pulitura di icone antiche tramite un laser ad ultravioletti (laser ad eccimeri) (Fotakis 1995; Fotakis *et al.* 2007), mentre simultaneamente IEQ-CNR considerava discutibile tale approccio (Salimbeni *et al.* 1998). FORTH-IESL si dedicò successivamente soprattutto alla diagnostica (Tornari *et al.* 2000).

<sup>10</sup> Si tratta del Brite-Euram LAMA project, «LAsEr MAnuportable for stone conservation» (Paseti *et al.* 1994) terminato nel 1996 e del Eureka-Eurocare RESTOR Program (Labouré *et al.* 2000) terminato nel 2001.

<sup>11</sup> I fenomeni di ingiallimento non opportunamente affrontati sul piano scientifico contribuirono negativamente alle prospettive di diffusione del laser per il restauro.

In Austria, alla fine degli anni Novanta, si concluse uno dei restauri più importanti, quello della Cattedrale di St. Stephan a Vienna, nel quale – per la pulitura del marmo di una superficie molto ampia di oltre 2.000 metri quadri – furono utilizzate macchine laser sviluppate principalmente dalle aziende italiane Quanta System e Altech (Calcagno, Koller e Nimmrichter 1997; Calcagno, Pummer e Koller 2000).

Nel frattempo, in Germania la tecnologia su cui si concentravano le risorse per la ricerca era il laser a CO<sub>2</sub> per la pulitura della pietra (Salimbeni *et al.* 2003). L'interesse si focalizzò inoltre anche sulla pulitura di vetrate medievali e di metalli da parte dell'Istitut Fraunhofer für Silicatforschung, grazie anche al supporto di finanziamenti locali. Nonostante questi sforzi, tuttavia, non si registrarono gli stessi risultati applicativi conseguiti in Italia e in Francia.

In Olanda, attraverso un progetto europeo (ENV 2C), fu sviluppato un sistema laser per la pulitura dei dipinti, basata su uno scanner meccanico della superficie del dipinto e sulla successiva attivazione del laser controllata da un sensore spettroscopico (Gobernado-Mitre *et al.* 1997). Quest'approccio, tuttavia, venne scarsamente apprezzato dai restauratori e dai conservatori perché sostituiva il controllo dell'operatore con un sistema automatico, e anche questo specifico approccio venne pesantemente criticato da IEQ-CNR (Salimbeni, Pini e Siano 2001).

Il potenziale del laser nella conservazione cominciava ormai a emergere in molti paesi europei anche attraverso un'importante sperimentazione sul campo. È in questo contesto che, proprio nel 1995, il FORTH-IESL organizzò a Creta la prima conferenza su *Lasers in Conservation of Artworks* (LACONA), che da allora riunisce ogni due anni la comunità a livello internazionale, composta sia da fisici interessati al restauro dei beni culturali, sia da restauratori (utilizzatori finali del laser), che da imprese sviluppatrici di tali tecnologie (Kautek *et al.* 1997; Asmus 2003).

In tutta Europa furono molte le iniziative focalizzate sullo sviluppo e sul test di tecnologie laser per il restauro e frequente fu anche il loro finanziamento tramite progetti europei (Salimbeni, Pini e Siano 2002). In particolare:

- i primi progetti europei finanziarono in misura prevalente iniziative finalizzate all'applicazione del laser al marmo e alla pietra (LAMA, LASERART, RESTORE);
- successivamente, altri progetti furono finanziati per la pulitura dei materiali cartacei e delle pergamene (LACLEPA, PARELA, PAPERTECH);
- in seguito, fu la pulitura dei dipinti a essere oggetto dello sviluppo di un sistema laser nell'ambito di due progetti (ENV 2C e il recente INART);
- fu finanziato un numero ampio di progetti sull'utilizzo del sistema laser per la diagnostica e sulla documentazione olografica (LASERACT, HISTO-CLEAN, INTAS oltre ai recenti PROMET e MULTI-ENCODE).



Si presentano nella tab. 2.2 le principali iniziative finanziate a livello europeo.

Nonostante l'ampio ricorso alla fase di validazione finalizzata a capire l'impatto, per quanto riguarda sia i vantaggi che gli svantaggi dell'utilizzo del laser nella conservazione dei beni culturali, in tutta Europa alla metà degli anni Novanta non era stato ancora sviluppato efficacemente un approccio sistematico basato su tecnologie laser affidabili e praticabili che fornissero risultati quantitativamente migliori riconosciuti dai conservatori.

Inoltre, nel corso dei primi test di diagnostica e sperimentazione, effettuati principalmente su marmo e pietra, emersero una serie di problemi in parte evidenziati anche dalla comunità scientifica delle conferenze LACONA, che limitavano le possibilità di utilizzo. Tra i più importanti limiti possiamo evidenziare:

- gli effetti cromatici di ingiallimento che appaiono sulla pietra dopo il trattamento;
- lo scolorimento o viraggio di colore indotto sui pigmenti (ocra, malachite ecc.)<sup>12</sup>;
- l'ingombro per i ponteggi e la scarsa mobilità dei laser, realizzati in un solo elemento;
- la limitata lunghezza del braccio articolato che costringeva a continui spostamenti;
- la bassa produttività della pulitura laser rispetto all'aspettativa di coprire una superficie di circa 10 metri quadri all'ora;
- l'eccessivo costo del sistema laser dovuto a produzioni 'artigianali', raramente sviluppate in serie.

A causa di tutti questi problemi, in Europa la tecnologia laser nel restauro dei beni culturali rimase in sostanza sottoutilizzata. Nel loro insieme, le limitazioni o le insufficienti prestazioni nei test diagnostici confermavano la difficoltà di un efficace ricorso al laser per quanto riguarda la pulitura sia del marmo – che aveva avuto un'ampia applicazione – sia degli altri materiali (metalli, dipinti, vetro e documenti antichi ecc.), ancora ad uno stadio sperimentale.

### 3.2 L'esperienza toscana del laser per il restauro

È nello scenario appena descritto che la Toscana si colloca come la realtà in cui si continuò con maggiore frequenza e sistematicità a sperimentare l'utilizzo del laser nella conservazione e nel restauro di beni culturali e artistici.

Il primo tentativo di applicazione fu fatto a Firenze nel 1979 dall'allora soprintendente dell'OPD, Umberto Baldini, e dal futuro responsabile per il

<sup>12</sup> Per esempio, le esperienze sui portali delle cattedrali Francesi richiedevano un trattamento aggiuntivo per ridurre il colore al tono aspettato (Salimbeni *et al.* 2003).

restauro all'OPD, Annamaria Giusti, i quali verificarono per la prima volta le potenzialità del laser CO2 presso la Galileo, tramite l'applicazione di un sistema laser fisso ad una statua in marmo molto degradata. Il risultato del test non fu particolarmente incoraggiante, dato che l'eccessiva potenza del laser surriscaldava oltremodo il marmo. Si trattò comunque di un primo test che, nonostante l'insuccesso, contribuì a sensibilizzare l'OPD e la comunità locale sull'utilizzo del laser.

Nel corso degli anni successivi si verificarono una serie di eventi che portarono l'Opificio a riprendere la strada innovativa del laser. Il buon esito che negli anni Ottanta ottenne la pulitura dei materiali lapidei eseguita con laser presso il Palazzo del Podestà di Mantova, unito al fatto che in Francia questa tecnologia era stata testata con alcuni successi, spinse nel 1993 l'OPD a effettuare dei test di restauro con un sistema laser<sup>13</sup>. Tuttavia, ancora una volta, il risultato non soddisfece appieno le aspettative, a causa soprattutto della scarsa maneggevolezza dello strumento. Il braccio tra il corpo macchina e l'emettitore era, infatti, composto da specchi che spesso uscivano di assetto a causa degli spostamenti e dovevano pertanto essere continuamente ricalibrati.

Dal 1992 l'IEQ-CNR (poi confluito in IFAC-CNR nel 2002) aveva stabilito un contatto con il laboratorio scientifico dell'OPD, proponendo uno studio in collaborazione rivolto inizialmente alla pulitura di dipinti (Salimbeni *et al.* 1998) e poi esteso alla pulitura di materiali lapidei (Siano *et al.* 1996).

Quest'esperienza spinse l'OPD a ritenere possibile lo sviluppo di un apparecchio maggiormente adatto, e l'IEQ, dotato di competenze specifiche sui laser, indicò nel gruppo El.En. l'ideale realizzatore. La formazione da ricercatore CNR del presidente di El.En. e le ottime relazioni maturate con l'IEQ contribuirono in modo determinante ad attivare la collaborazione, incentrata sull'adeguamento dei parametri dei sistemi laser già utilizzati in ambito medicale.

A tal fine, nel 1995 l'IEQ-CNR dette avvio ad un progetto autonomo CNR (Margheri *et al.* 2000) in cui fu poi sviluppato un laser a neodimio con impulsi di decine di microsecondi, un regime di durata assolutamente nuovo che richiese uno studio preliminare degli effetti su diversi materiali. La collaborazione del gruppo El.En. a questo progetto costituì un elemento decisivo: l'azienda fiorentina deteneva, infatti, un know-how riconosciuto a livello internazionale sui laser sviluppati nell'ambito delle tecniche mediche ablative e aveva inoltre la possibilità di programmare lo sviluppo di un prodotto a basso costo inserendolo nella serie di produzione dei laser per il biomedicale<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> In quest'occasione la macchina fu presa a noleggio da un'azienda di Verona.

<sup>14</sup> Il laser prodotto dal El.En. nel campo del restauro artistico è infatti lo stesso laser sviluppato nel campo medicale con delle modifiche di impulso e forza al flusso.

Tab. 2.2 – I principali progetti europei finanziati sull'utilizzo del laser nel restauro.

Acronimo	Progetto	Materiali	Coordinatore	Programma Quadro	Costo totale (€)	Periodo
LAMA	Hand-portable laser for cleaning current building facades and historical monuments	Pietra	GTM BTP, Francia	IV	1,75 milioni	1994-1996
LASERART	Non-intrusive laser measurement techniques for diagnostics of the state of conservation of frescoes, paintings and wooden icons	Vari	Università Politecnica delle Marche, Italia	IV	-	1996-2000
ENV2C	Advanced workstations for controlled laser cleaning of artworks	Dipinti	Art Innovation B.V., Paesi Bassi	IV	-	1997-1998
RESTORE	Restoration of stone objects using computer technologies	Pietra	Bovere Graniti snc, Italia	V	-	1997-1998
LACLEPA	Controlled paper cleaning using laser technology	Carta	Art Innovation B.V., Paesi Bassi	V	29.200	1999-2000
COST G7	Artwork conservation by laser	Vari	Institute of Electronic Structure and Laser, Grecia/IFAC-CNR, Italia	V	-	2000-2005
PARELA	PAPER REStoration using LAser technology	Carta	Art Innovation B.V., Paesi Bassi	V	0,88 milioni	2001-2003
LASERACT	Laser multitask non-destructive technology in conservation diagnostic procedures	Vari	Institute of Electronic Structure and Laser, Grecia	V	1,9 milioni	2003-2006
HISTO-CLEAN	Intelligent measurement technology for laser cleaning of historic buildings and monuments	Pietra	Ingenieurbüro Für Bauwerkserhaltung Weimar GmbH, Germania	V	0,83 milioni	2003-2005

Acronimo	Progetto	Materiali	Coordinatore	Programma Quadro	Costo totale (€)	Periodo
INTAS 51-4496	Study of energy states of light nuclei nearby and beyond the neutron drip line	Diagnostica	Commissariat à l'énergie atomique GANIL, Francia	VI	0,25 milioni	2004-2007
PAPERTECH	Innovative materials and technologies for the conservation of paper of historical, artistic and archaeological value	Pergamene, carta	Campec - R&D Department, Italia	VI	1,74 milioni	2004-2007
PROMET	Developing new analytical techniques and materials for monitoring and protecting metal artefacts and monuments from the Mediterranean region	Diagnostica	Technical Educational Institute of Athens, Grecia	VI	3,8 milioni	2004-2008
ATHENA	A scientific Training for High Education iNitiatives in Art conservation	Mobilità	European Laboratory for non-linear Spectroscopy, Italia	VI	0,92 milioni	2004-2008
MULTI-ENCODE	Multifunctional encoding system for assessment of movable cultural heritage	Diagnostica	Foundation for Research and Technology, Grecia	VI	1,65 milioni	2005-2009
INART	Innovative laser-based system and technologies for in-situ cleaning of painting Artworks	Dipinti	Instituto de Soldadura e Qualidade, Portogallo	VI	1,83 milioni	2006-2008
LASERGLASS	Laser technologies in the analysis, conservation and restoration of historic stained glass windows	Vetro	Academy of Fine Arts, Polonia	VII	45.000	2009-2012

Fonte: Nostra elaborazione su Fonte Cordis.

Nel 1996 IEQ-CNR iniziò una lunga fase di studi applicativi con questi laser denominati Short Free Running (SFR) su materiali lapidei, che consentì ad El.En. di realizzare un nuovo prodotto commercializzato a fine anni Novanta come Smart Clean, con modifiche di durata d'impulso (Siano *et al.* 1997). In questa fase di studio sui lapidei l'Istituto di Geochimica Ambientale dell'Università di Siena ha collaborato attivamente, apportando le tecniche di studio petrologico e stratigrafico sviluppate da G. Sabatini e M. Giamello, che permettevano la migliore comprensione possibile del risultato della pulitura (Sabatini *et al.* 2000). Seguì un progetto indirizzato alla pulitura di metalli archeologici, nel quale divenne fondamentale l'instaurarsi di una collaborazione con la Soprintendenza ai Beni Archeologici della Toscana (SBAT), e con il Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico (Pini *et al.* 2000)<sup>15</sup>.

L'ultimo tassello dello sviluppo dell'innovazione fu il supporto delle istituzioni locali per la sperimentazione e l'utilizzo del laser nel restauro dei beni artistici e culturali del territorio. Fu infatti la presenza dell'OPD e della SBAT che permisero il ricorso alla tecnologia laser in vari restauri, in ambito rispettivamente artistico ed archeologico, grazie alla comprensione e convinzione di alcuni responsabili delle attività come G. Bonsanti e A. Giusti nell'OPD, e M. Iozzo, A. Rastrelli e M. Miccio alla SBAT. Da un lato, fu infatti la presenza dell'OPD a facilitare il ricorso a tale tecnologia in vari restauri<sup>16</sup> grazie alla sensibilità e alla convinzione della sua efficacia maturate nel tempo; dall'altro, non si può sottovalutare il ruolo importante della Regione Toscana, che attraverso la Rete dell'Alta Tecnologia (RAT), permise il finanziamento delle prime attività progettuali per il test e la diagnostica del laser (cfr. par. 2, cap. 3). Come si vedrà meglio in seguito, quest'ultimo fattore è risultato forse uno dei più decisivi, poiché, in assenza di investimenti pubblici, l'attore privato avrebbe difficilmente scommesso sullo sviluppo di un prodotto di nicchia.

In sintesi, da quanto emerso finora alcuni degli elementi principali che hanno contribuito allo sviluppo dell'innovazione laser in Toscana sono:

- la presenza sul territorio di un istituto pubblico di restauro non solo riconosciuto come centro di eccellenza a livello mondiale, ma capace soprattutto di cogliere le potenzialità di una nuova tecnologia senza attestarsi su posizioni conservatrici, in un settore – quello del restauro – dove molte imprese tendono a mantenere una mentalità 'artigianale' contraddistinta da una certa resistenza al cambiamento e alle novità tecnologiche;

<sup>15</sup> In particolare il nuovo laser possedeva una maggior durata dell'impulso, circa 50 microsecondi, valida per la pulitura dei lapidei.

<sup>16</sup> Cfr. più avanti in questo stesso paragrafo.

- le competenze uniche detenute nel settore dell'optoelettronica da un'impresa locale, nonché lo spirito imprenditoriale del suo vertice;
- le competenze sul fronte della R&S detenute da un centro di ricerca pubblico, rivelatesi fondamentali per adattare il laser alle difficili condizioni da rispettare nel caso del restauro di opere d'arte;
- la continua e crescente collaborazione congiunta tra il mondo della ricerca e quello dell'industria, sia nei test sul laser che nella gestione delle risorse umane<sup>17</sup>;
- la capacità e la volontà di dialogo tra queste tre realtà.

L'ultima linea di sviluppo che riportiamo in questa sezione concerne i materiali e le opere su cui sono state fatte le prime sperimentazioni, che hanno fornito un contributo essenziale per il buon esito dell'innovazione.

I test del laser in laboratorio sono stati effettuati su diverse tipologie di pietre (Sabatini *et al.* 2000) e metalli archeologici (Pini *et al.* 2000a), mentre quelli sul campo si sono focalizzati principalmente sui lapidei e sui bronzi. In particolare, in una prima fase, la tecnologia laser applicata al restauro dei beni culturali ha raggiunto un livello iniziale di diffusione proprio nel campo dei manufatti lapidei. In una seconda fase, invece, i restauri dei bronzi eseguiti a Firenze hanno avuto un elevato riconoscimento, sia per l'importanza delle opere restaurate sia per la realizzazione di mostre museali post-restauro.

Per quanto riguarda il primo caso di applicazione coordinata, il cantiere pilota a Firenze fu quello della facciata di Palazzo Rucellai dell'Alberti, il cui stato di deterioramento, in seguito al trattamento svolto con impacchi chimici (fluosilicati), aveva determinato problemi di distacco. Umberto Baldini, che sovrintendeva come esperto i lavori, chiamò IEQ-CNR a sperimentare la pulitura laser dei capitelli e dei fregi della facciata con risultati molto positivi. Nel frattempo, a Ravenna fu avviato il restauro del Mausoleo di Teodorico, dove la Soprintendenza si rese disponibile alla sperimentazione laser dopo aver constatato l'inefficienza degli impacchi chimici nella pulitura. Anche in questo caso il trattamento laser sperimentale condotto da IEQ-CNR preservò la patina sulla pietra aurisina con ottimi risultati. Infine, si svolse a Firenze il restauro del gruppo statuario dei Quattro Santi Coronati e iniziò quello dell'Assunta di Nanni di Banco. L'OPD autorizzò la sperimentazione del laser che preservò le tracce di doratura, dimostrando inoltre di poter conservare tracce dei trattamenti originali che costituivano la cosiddetta patina del marmo ritrovando lo stesso tono di colore delle zone pulite ad impacco.

<sup>17</sup> Esiste in questo senso un'ampia collaborazione tra IFAC-CNR ed El.En. Infatti alcuni giovani formati al CNR trovarono poi collocazione nell'organico dell'El.En. o vi hanno comunque svolto un periodo formativo.

In relazione al marmo, i primi cantieri di test dell'IFAC-CNR riguardarono i seguenti siti<sup>18</sup>:

- Cappella di Piazza del Campo di Siena, per la pulitura della facciata in marmo (Pini *et al.* 1999);
- Palazzo Rucellai a Firenze, per la pulitura dei capitelli in pietraforte della facciata, sviluppata in collaborazione con l'OPD;
- Mausoleo di Teodorico (Pini *et al.* 2000b) a Ravenna, dove il laser fu utilizzato per la prima volta con una lunga fibra ottica per completare la pulitura della base del monolite (pietra aurisina);
- Chiesa di San Giovanni in Zoccoli a Viterbo, per rimuovere i graffiti su peperino in collaborazione con l'Istituto Centrale per il Restauro di Roma;
- Battistero di Pistoia, per la pulitura della facciata in marmo;
- Chiesa di San Frediano a Pisa, prima collaborazione con la Soprintendenza di Pisa e con Restauro Italia srl, prima impresa a dotarsi del sistema laser Smart Clean.

In riferimento ai manufatti bronzei, dopo i primi positivi test su campioni archeologici, il primo intervento di restauro venne svolto sulla porta del Paradiso del Ghiberti (Siano e Salimbeni 2001; Siano *et al.* 2003). Il restauro, partito nel 1979 sotto il profilo diagnostico, ebbe inizio effettivo nel 1983. L'intervento più complicato fu lo smontaggio delle formelle e la loro successiva pulitura. In base alle precedenti collaborazioni, l'OPD chiese assistenza per lo smontaggio delle formelle al professor Leonardo Masotti, il quale propose il sistema laser per la loro pulitura. In particolare, l'utilizzo del laser permise di operare direttamente sulle formelle senza effettuare il pericoloso smontaggio. Tuttavia, il primo tentativo fece emergere la necessità di adeguare alcuni parametri e così fu chiamato IEQ-CNR per provare a definire un approccio laser efficace. Lo studio condotto da IEQ-CNR modificò il sistema laser per ottenere durate d'impulso che evitassero il surriscaldamento della lamina d'oro. Il restauro ormai concluso registrò un notevole successo in ambito scientifico e sui media. L'impatto positivo che questo caso di successo ha prodotto è stato realmente notevole, dando un impulso fondamentale per la diffusione della pulitura laser nel restauro.

La seconda opera in bronzo dorato restaurata a Firenze fu il David del Verrocchio nel periodo 2002-2003 ad opera di restauratori diplomati

<sup>18</sup> Si rimanda ad altre pubblicazioni per una rassegna completa delle opere restaurate con la tecnologia laser, in particolare al catalogo *Light for Art* dell'El.En. Group (2009). Fra i più noti e recenti ricordiamo i bassorilievi dei Portali del SS. Sepolcro a Gerusalemme, il Gruppo dei Quattro Santi Coronati in Orsammichele a Firenze, il Ratto delle Sabine del Giambologna in Piazza della Signoria a Firenze, la facciata di San Frediano a Pisa, la facciata del Priorato di Sant'Orso ad Aosta, il Duomo di Casale Monferrato, la Fonte Gaia a Siena, la statua del Nettuno a Bologna (graffiti), il cantiere pilota della Certosa di Pavia (El.En. Group 2009).

all'Opificio. Quest'intervento segnò l'inizio di un'importante collaborazione tra il Museo del Bargello, l'OPD e IEQ-CNR, che si troveranno insieme anche su di una serie di restauri di importanti opere bronzee tra cui: il San Matteo del Ghiberti, Amore Attis di Donatello (Siano, Nicolai e Porcinai 2003; Siano e Grazzi 2007), e i Bronzetti del Danti e la Predica del Battista del Rustici.

Infine, il restauro più noto al grande pubblico è stato forse quello del David di Donatello effettuato tra giugno 2007 e novembre 2008 (Siano e Salimbeni 2010). Questo restauro è particolarmente importante perché sviluppato in loco nella Sala del Donatello all'interno del Museo del Bargello. In questo caso, i visitatori poterono visionare il cantiere appositamente allestito e visibile al pubblico<sup>19</sup>. Inoltre l'istallazione di un monitor, rivolto verso l'esterno e collegato da telecamere all'area di intervento, fornì un valido supporto informativo ai visitatori sulle operazioni di restauro.

A queste opere poi si aggiunge il gruppo di restauri archeologici che hanno riguardato la Minerva di Arezzo, esposta al Museo Archeologico di Firenze, sulla quale è stato effettuato uno studio archeometallurgico (Siano e Miccio 2008) e i primi test di pulitura laser di patinature ottocentesche su bronzo; il Tesoretto di Rimigliano esposto al Museo Archeologico del territorio di Populonia (Piombino), riguardante la pulitura di incrostazioni su monete d'argento; e infine l'Arringatore esposto al Museo Archeologico Nazionale di Firenze nell'ambito del progetto ST@RT dove si sono testate le migliori tecnologie disponibili per la diagnostica e per le successive 'terapie' al servizio del patrimonio artistico. Altro passaggio fondamentale nella diffusione delle tecniche laser è stata la dimostrazione dell'applicabilità anche a dipinti murali attraverso tre cantieri pilota in Santa Maria della Scala e nel Castello di Quart (Siano *et al.* 2007), e poi nelle catacombe di Santa Tecla a Roma (Siano *et al.* 2009).

Nella tab. 2.3 riportiamo le opere bronzee e in metallo restaurate attraverso la tecnologia laser e le esposizioni museali realizzate dopo il restauro. Nella tab. 2.4, invece, si presentano i principali test di sistemi laser condotti su lapidei e dipinti murali.

In tutti i casi di studio citati il ruolo di IEQ e dal 2002 di IFAC è stato fondamentale per lo sviluppo della tecnologia laser adeguata e la definizione metodologica per attuare la pulitura senza effetti negativi e sotto controllo del restauratore. Iniziando con studi di laboratorio per la comprensione dei processi fisici che avevano prodotto ingiallimenti ed altri effetti indesiderati, IEQ ha sviluppato nuovi sistemi laser con le caratteristiche di emissione giuste, ha definito i protocolli di applicazione ottimizzati per gli obiettivi della pulitura, e ha collaborato in alcuni progetti e organizzato un'intensa attività di validazione, oltre a occuparsi della formazione in ambito

<sup>19</sup> L'intervento in particolare fu finanziato dalla Protezione Civile Nazionale, in occasione del 40° anniversario dell'alluvione di Firenze (4 novembre 1966).



Tab. 2.3 – Le opere restaurate attraverso il laser: bronzi e metalli.

Opera	Direzione dei lavori	Data	Restauratore	Mostra
Porte del Paradiso del Ghiberti	A. Giusti, OPD	1979-1999*	Burrini, Agnoletti, Brini, Nicolai	Pulitura laser di 40 formelle componenti i fregi delle due ante, 2003-2010
Minerva di Arezzo	M. Cygielman, SAT	2001-2005	-	Museo Archeologico di Firenze
David del Verrocchio	A. Giusti, OPD	2002-2004	L. Nicolai	Museo del Bargello (Firenze), Atlanta, 2004
San Matteo del Ghiberti	A. Giusti, OPD	2003-2005	OPD	Museo dell'OPD; National Gallery di Washington, 2005
Amore Attis di Donatello	A. Giusti, OPD	2003-2005	OPD	Museo del Bargello (Firenze), 2006
Tesoretto di Rimighiano	A. Camilli, SAT	2004	M. Mannini, L. Pierini, G. Bolognesi	Museo Archeologico del territorio di Populonia (Piombino)
Bronzetti del Gianbologna	A. Giusti, OPD	2005	D. Angello, S. Giulietti, L. Nicolai, Nike, Techne, M. Vincenti	Museo del Bargello (Firenze), 2005
Grande Capitello, Duomo di Prato	A. Giusti, OPD	2006-2007	S. Gennai, C. Valcepina	Museo del Duomo di Prato, 2007
Bronzi del Danti	A. Giusti, OPD	2006-2008	-	Museo del Bargello (Firenze), 2008
Predica del Battista del Rustici	A. Giusti, OPD	2006-2008	L. Nicolai, N. Salvio	
David di Donatello	B. Paolozzi Strozzi, Museo del Bargello	6/2007-11/2008	L. Nicolai	Museo del Bargello (Firenze), 2009
Arringatore	A. Rastrelli (dal 2009 Fulvia Lo Schiavo), SAT	2008-2009	E. Pucci	Museo Archeologico Nazionale, 2009

\* 1979; diagnostica; 1982: primo intervento; 1999: primo test laser.

Fonte: nostra elaborazione.

Tab. 2.4 – I principali test laser di IEQ-CNR (1997-2002) e di IFAC-CNR (2002-oggi).

Opera	Intervento	Direzione lavori	Data	Restauratore
Cappella di Piazza del Campo, Siena	Formelle laterali in marmo	G. Sabatini, UNISI	1997-1999	S. Siano: prove
Palazzo Rucellai, Firenze	Capitelli e fregi	U. Baldini	1998	S. Siano: prove ed esecuzione
Mausoleo di Teodorico, Ravenna	Sottosquadra circolare del monolito di copertura	Arch. Piazza, SBAA, Ravenna	1998	S. Siano: prove F. Bevilacqua: esecuzione
Chiesa di San Giovanni in Zoccoli, Viterbo	Graffiti vandalici su pietra	U. Santamaria, ICR	1999	M.C. Gaetani: prove
Statua del profeta Abacuc, Opera di Santa Maria del Fiore, Firenze	–	A. Giusti, OPD	2000	A. Biliotti, OPD
Gruppo dei Santi Quattro Coronati, Museo Orsanmichele, Firenze	Incrostazioni su dorature su marmo	A. Giusti, OPD	2001	A. Casciani Meridiana Restauri
Elementi scultorei della Fonte Gaia, Santa Maria della Scala, Siena	Incrostazioni su marmo della Montagnola	A. Giusti, OPD	2001-2005	S. Landi D. Manna K. Potthof
Facciata Chiesa di San Frediano, Pisa	–	C. Baracchini, SBAAS	2002	F. Falchini Restauro Italia
Porta della Mandorla, Santa Maria del Fiore, Firenze	Incrostazioni su marmo, su serpentino, su rosso ammonitico	A. Giusti, OPD	2002-2005	M. Del Colle, Opera SMF A. Casciani Meridiana Restauri

Tab. 2.4 – segue.

Opera	Intervento	Direzione lavori	Data	Restauratore
Porta di San Ranieri, Duomo di Pisa	Incrostazioni su marmo greco e su calcare di San Giuliano	C. Baracchini, SBAAS	2003-2005	S. Vedovello, CBC, Roma
Sagrestia Vecchia e Cappella del Manto di Santa Maria della Scala, istituzione del Comune di Siena	Pulitura laser dei dipinti murali delle volte	A. Bagnoli, SBAAS Siena	2005-	A. Brunetto
Formella del Campanile di Giotto, di Andrea Pisano e altri autori, Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore, Firenze	Messa a punto della pulitura laser	A. Giusti, OPD	2006-	M. Del Colle A. Casciani Meridiana Restauri
Dipinti murali <i>donjon</i> del castello di Quart (Aosta)	-	L. Appolonia	2007-2008	A. Brunetto
Catcombe Santa Tecla, dipinti murali paleocristiani	-	B. Mazzei Pontificia Commissione di Archeologia Sacra	2009	A. Ortolan

Fonte: nostra elaborazione.

professionale ed universitario. A valle di un ventennio di attività, possiamo dire che IEQ e successivamente IFAC hanno svolto un ruolo cruciale per l'individuazione di soluzioni laser valide, in grado di diventare prodotti in quanto era stata dimostrata la loro utilità nella pulitura di capolavori, quando altre tecniche erano del tutto insufficienti e fallivano l'obiettivo primario del restauro di salvaguardia dei materiali storici originali.

### *3.3 Le fasi del processo di innovazione: una rilettura attraverso le attività progettuali*

I dodici progetti selezionati, che hanno avuto a oggetto sotto diversi aspetti il laser per il restauro, ci consentono di fare una ricostruzione sotto il profilo delle fasi del processo innovativo.

Come verrà evidenziato tra breve, l'attività di R&S è stata concentrata negli anni Novanta, con particolare riferimento ai lapidei e ai metalli, mentre i primi anni Duemila sono stati caratterizzati soprattutto da test e sperimentazioni della tecnologia laser in loco, estendendo il campo di applicazione anche ad altri materiali quali opere murarie, affreschi e pitture. Al momento attuale, il processo innovativo sta vivendo un momento di esplorazione di nuovi sentieri alla ricerca di ulteriori applicazioni conservative e archeometriche del laser ai beni culturali, con specifico riferimento ai metalli.

Inizialmente, i primi progetti furono realizzati dal solo IEQ nell'ambito di iniziative CNR<sup>20</sup> e si contraddistinsero per un'intensa attività di ricerca finalizzata alla verifica dell'applicabilità al restauro conservativo delle tecniche di fotoablazione con laser. Lo studio si focalizzò sull'analisi in laboratorio del meccanismo fisico alla base del processo di pulitura laser, per giungere alla definizione dei parametri ottimali nell'emissione della fonte di calore per adeguarla ai diversi materiali di volta in volta oggetto di restauro. In particolare, date le esigenze dettate dalla delicatezza dell'intervento e il connesso rischio di danneggiare in maniera irreversibile opere uniche, fu posta attenzione soprattutto sulla durata dell'impulso laser, con specifico riferimento alla possibilità di sviluppare un apparecchio capace di funzionare a impulso sia corto che prolungato: questo avrebbe permesso, infatti, di pulire la pietra in maniera molto efficace, sebbene con una maggior dose di attenzione da parte dell'operatore per evitare che gli impulsi corti provocassero microfratture della superficie e quelli lunghi eccessivo riscaldamento. I risultati furono incoraggianti e confermarono la bontà della tecnologia laser per la realizzazione di interventi molto precisi e progressivi.

Da segnalare, inoltre, che nonostante i due progetti fossero finanziati dal CNR e vi partecipasse, come detto, esclusivamente l'IEQ, l'Istituto

<sup>20</sup> Progetto Strategico CNR (1995) e Progetto Finalizzato CNR «Beni Culturali» (1996).

coinvolse fin dall'inizio altri attori portatori di competenze complementari, puntando in modo deciso sull'interdisciplinarietà: restauratori, fisici, chimici, esperti di tecnologia laser, esperti di ingegnerizzazione di sistemi laser. Le organizzazioni maggiormente coinvolte a vario titolo furono l'OPD, il gruppo El.En. in qualità di subcontraente sviluppatore e in seguito fornitore di apparecchi laser e, infine, l'Istituto di Geochimica Ambientale dell'Università di Siena. Con un progetto internazionale bilaterale iniziò un rapporto di confronto e collaborazione con i greci del FORTH-IESL. A livello locale, questi e altri soggetti avranno poi un ruolo importante anche in molti dei successivi progetti, segnando di fatto l'avvio di una collaborazione stabile e proficua.

Nell'arco temporale 1997-2000 il programma della Regione Toscana sulla RAT segnò un momento molto importante nello sviluppo del laser per tre motivi: primo, perché permise di formalizzare il nucleo centrale del partenariato (IEQ, OPD, El.En.) che nei successivi dieci anni avrebbe investito tempo e risorse nella ricerca delle possibili applicazioni di questa tecnologia al settore del restauro; secondo, perché condusse alla realizzazione di un prototipo, chiamato Smart Clean (fig. 2.2), che fu poi prodotto e commercializzato dall'El.En. e che rappresentò la base per gli ulteriori miglioramenti e adattamenti; terzo, perché senza il finanziamento di questo progetto El.En.

Fig. 2.2 – Il sistema laser Smart Clean prodotto da El.En.



Fonte: El.En. Group (2009).

non avrebbe investito nella linea produttiva dei laser per il restauro.

Il progetto «Tecniche e sistemi laser per il restauro dei beni culturali» rappresentò la continuazione degli studi intrapresi dall'IEQ sull'interazione tra il laser e i vari materiali. Si procedette ad un confronto tra varie tipologie laser per scegliere quella più appropriata a seconda del materiale da restaurare e il risultato fu l'individuazione delle metodologie atte a tradurre in parametri ottimizzati l'emissione laser per l'applicazione nel restauro. Ciò che segnò un passo davvero decisivo nel processo innovativo fu la realizzazione di un prototipo di Nd:YAG – come detto, lo Smart Clean – trasportabile e dotato di elementi innovativi tra cui la trasmissione della radiazione tramite cavo a fibra ottica che ne permetteva un pratico utilizzo in cantiere, in quanto consentiva all'operatore di dirigere la radiazione laser solo laddove

strettamente necessario, spostando solo il manipolo ottico e non tutta l'apparecchiatura. Inoltre, furono eseguiti test su Palazzo Rucellai a Firenze e sulla Cappella di Piazza a Siena, valutati molto soddisfacenti dalle rispettive soprintendenze.

Sempre grazie a finanziamenti regionali, nel 2000 nell'ambito del RIS+ venne sviluppato da IEQ-CNR un sistema laser capace di variare, oltre all'energia dell'impulso e alla frequenza di ripetizione, anche la durata dell'impulso, da utilizzarsi nel caso del restauro non solo dei lapidei, ma anche di altri materiali. Il network si confermò di tipo pubblico-privato con soggetti appartenenti al mondo della ricerca, della conservazione e dell'industria, con ruoli inerenti rispettivamente: l'adeguamento dei parametri di funzionamento; la supervisione scientifica e la validazione del sistema; l'ingegnerizzazione del prodotto e la messa a disposizione delle apparecchiature laser. Il risultato fu la realizzazione di un prototipo di sistema laser Nd:YAG detto «Vario» caratterizzato, come accennato, da una durata variabile dell'impulso che permetteva il suo impiego su svariate tipologie di materiali. In altre parole, l'esigenza cui si rispose con questo prodotto fu quella di non dover ricorrere a macchine diverse per restaurare superfici diverse, bensì di poter adattare lo stesso apparecchio al tipo di materiale.

Giunta ad un buon punto con le attività di ricerca e di sviluppo e dopo aver testato lo strumento, la rete decise di passare al trasferimento tecnologico coinvolgendo un numero significativo di imprese non solo di restauro, ma legate anche alla diagnostica e all'ICT. Con il progetto OPTOCANTIERI, finanziato nell'ambito del programma regionale del Programma Regionale di Azioni Innovative (PRAI-ITT, 2000-2004) e coordinato dal nuovo Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara», appena costituito con l'aggregazione dei due istituti fiorentini IEQ e IROE, l'obiettivo primario fu quello di allargare il network e di utilizzare concretamente la tecnologia laser per la pulitura di opere d'arte in tre cantieri: Piazza dei Miracoli (Pisa), Palazzo Vecchio e Santa Maria del Fiore (Firenze) e Fonte Gaia (Siena). In questo caso, l'elemento chiave fu rappresentato dal coinvolgimento diretto degli *end users*, a cui fu offerta la possibilità di saggiare le potenzialità del laser e di validarne la tecnologia<sup>21</sup>.

Parallelamente ai progetti più tipicamente incentrati su R&S e sul trasferimento tecnologico, grazie ai fondi comunitari fu intrapresa anche una rilevante attività di *networking* e di disseminazione a livello internazionale. L'obiettivo era la creazione di una *community* multidisciplinare e internazionale capace di far accettare e validare l'utilizzo del laser nel restauro dei

<sup>21</sup> Il PRAI-ITT finanziò un altro progetto sul laser (LASERSTONE), che sebbene non fosse direttamente legato al restauro, coinvolse l'IFAC e l'OPD insieme a diverse imprese dell'artigianato artistico toscano, con l'obiettivo di individuare parametri atti a migliorare il processo di taglio del marmo, attraverso un aumento della potenza e al contempo del controllo, con una conseguente riduzione dei tempi e degli scarti di lavorazione.

beni culturali. I progetti COST Action G7 e i due Cultura2000 hanno rappresentato per IFAC una fondamentale occasione di apertura a livello europeo e hanno permesso non solo di partecipare al dibattito internazionale sulle opportunità e minacce derivanti dal ricorso al laser, ma di tentare di proporre una sorta di 'linea italiana' alla soluzione del problema<sup>22</sup>.

I più recenti sviluppi concernono, infine, l'esplorazione di nuovi sentieri innovativi individuati a partire dalle concrete esigenze degli operatori. In particolare, sono stati da poco conclusi due progetti che mirano a diversificare l'uso del laser nel campo dei beni culturali. AUTHENTICO (2007-2009), finanziato dal VI Programma Quadro, costituisce un'interessante e ulteriore applicazione della tecnologia laser per la mappatura e la datazione delle opere d'arte. Questa progettualità risponde alla necessità sempre più diffusa di garantire l'originalità delle opere e combattere la contraffazione, attraverso la proposta di protocolli per l'autenticazione<sup>23</sup>.

Il secondo è il progetto ST@RT (2008-2010), finanziato dalla Regione Toscana con fondi del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE), in cui, oltre ad aggregare e coordinare le diverse competenze presenti in Toscana nei settori della scienza e delle tecnologie innovative per i beni culturali, si intende svolgere attività di R&S su nuovi sistemi laser sia per la diagnostica (spettroscopie laser portatili) sia per l'intervento (laser a durata d'impulso ottimizzabile)<sup>24</sup>.

Tutte queste esperienze permettono di evidenziare come il processo di innovazione relativo al laser applicato al restauro si sia contraddistinto per alcuni elementi fondanti:

1. La vocazione spiccatamente collaborativa dei soggetti coinvolti e la propensione alla condivisione di conoscenza. Ciò ha fatto in modo che il processo di innovazione che ha portato alla messa a punto del laser per il restauro dei beni culturali si sia configurato fin dalle origini come un sistema aperto in cui le idee di un attore non solo sono state condivise da altri, ma sono state anche sfruttate da un soggetto diverso da quello che le ha prodotte. Non è nata, cioè, come un'innovazione 'chiusa' in laboratorio.
2. L'interdisciplinarietà dell'approccio, l'apertura alla contaminazione, l'appartenenza dei principali attori a settori disciplinari diversi – e talvolta anche molto distanti – dal proprio background. I progetti si sono caratterizzati per la presenza di competenze

<sup>22</sup> In questa stessa ottica segnaliamo, per esempio, nel 2003 l'elezione a coordinatore del delegato italiano da parte del *management committee* dell'Azione COST G7.

<sup>23</sup> La tecnica proposta è detta LIPS (*Laser Induced Plasma Spectroscopy*) e consiste in un impulso laser che colpendo un metallo produce un'emissione di luce da plasma di cui vengono analizzate le caratteristiche spettroscopiche.

<sup>24</sup> Ricordiamo che il progetto TEMART è partito successivamente a questo primo studio e non è incluso nelle analisi; sarà oggetto del cap. 3.

- complementari (chimici, fisici, restauratori, storici dell'arte, geologi, ingegneri) e i soggetti chiave hanno saputo fare da *bridge* tra *communities* diverse.
3. Il coinvolgimento della cosiddetta «tripla elica» (Etzkowitz e Leydesdorff 1998) nel processo che ha accompagnato l'innovazione. Sono stati, infatti, determinanti per il successo dell'idea tanto il sistema della ricerca (CNR), quanto il sistema industriale (imprese, El.En. *in primis*) e quello delle istituzioni (Regione, soprintendenze, OPD).
  4. Un modello di governance dell'innovazione che ha fatto leva su un effettivo processo di trasferimento tecnologico, inteso come processo economico e organizzativo che, a partire da un nucleo di idee e di conoscenza, sfocia nella realizzazione di un prodotto. In questo senso, infatti, è da interpretare l'intensa attività di R&S che ha trovato spazio nei progetti e che, grazie al connubio con uno spiccato spirito imprenditoriale, ha portato alla risoluzione di un problema concreto (la pulitura delle opere d'arte con un sistema pratico e mini-invasivo) attraverso la produzione e commercializzazione di un prodotto (l'apparecchio laser dell'El.En.).
  5. La propensione ad accompagnare la ricerca applicata allo sviluppo sperimentale attraverso la conduzione di test e la realizzazione di prototipi, svolgendo di fatto congiuntamente due fasi contigue del processo di innovazione, senza fare ricerca fine a sé stessa.
  6. La circolarità del processo innovativo. A fronte del classico modello lineare «ricerca-sviluppo-produzione-commercializzazione», nel caso in oggetto notiamo come la fase di sviluppo abbia fornito continui feedback al processo, riorientando la fase di ricerca verso nuove combinazioni di know-how esistente<sup>25</sup> e permettendo in questo modo non solo di affinare l'apparecchiatura laser con parametri sempre più adeguati, ma anche di aprire quest'applicazione a nuovi utilizzi.
  7. L'importanza dell'*end user*. Il costante coinvolgimento degli operatori ha permesso di partire da un reale problema da risolvere e di mantenere la ricerca su binari strettamente attinenti con le esigenze dei restauratori, a cominciare dall'adeguamento dei parametri di funzionamento del laser per il particolare utilizzo che ne deve esser fatto. Le tabb. 2.5a e 2.5b sintetizzano le principali informazioni relative ai progetti analizzati.

#### **4. Il cluster creativo dell'innovazione «laser per il restauro dei beni culturali»**

Dopo la ricostruzione della genesi e dell'evoluzione dell'innovazione, che ha messo in risalto l'importanza delle relazioni intersoggettive nello sviluppo del laser, approfondiremo adesso il ruolo degli attori chiave nel

<sup>25</sup> In termini tecnici questa fase è definita *design analitico* (Kline e Rosemberg 1986).



Tab. 2.5a – Progetti attraverso i quali è stato sviluppato il laser per il restauro dei beni culturali.

Titolo progetto	Ente erogatore/ Bando	Anno	Coordinatore	N. partner	Attività di R&S	Materiale restaurato	Ruolo del progetto nello sviluppo dell'innovazione laser
Tecniche di fotoablazione nel restauro conservativo	CNR Progetto strategico CNR 1995	1995	IFAC-CNR	1	Ricerca applicata e sviluppo sperimentale	Lapidei	Verifica dell'applicabilità di tecniche di fotoablazione con laser nel restauro conservativo. Sviluppo di un sistema laser (prototipo) capace di funzionare a impulso sia corto che prolungato
Sviluppo di metodologie e sistemi di pulitura laser nel restauro conservativo di manufatti artistici	CNR Progetto finalizzato CNR «Beni Culturali» 1996-2001	1996-1999	IFAC-CNR	1	Ricerca applicata e sviluppo sperimentale	Lapidei	Studio e analisi in laboratorio del meccanismo fisico alla base del processo di pulitura laser. Definizione dei parametri ottimali dell'emissione di laser per i vari materiali di interesse. Realizzazione di un prototipo
Tecniche e sistemi laser per il restauro dei beni culturali	Regione Toscana RRAT-1 1997-2000	1998	IFAC-CNR	6	Ricerca applicata e sviluppo sperimentale	Lapidei, metalli, pitture	Studi sull'interazione tra il laser e i vari materiali. Messa a punto di un sistema laser da applicare al restauro. Confronto tra varie tipologie laser per scegliere quella più appropriata a seconda del materiale da restaurare
Apparecchiatura laser per il restauro conservativo di strati pittorici e manufatti artistici	Regione Toscana RRAT-2 1997-2000	1998	CEO	6	Ricerca applicata e sviluppo sperimentale	Lapidei, metalli, pitture	

Titolo progetto	Ente erogatore/ Bando	Anno	Coordinatore	N. partner	Attività di R&S	Materiale restaurato	Ruolo del progetto nello sviluppo dell'innovazione laser
Sistema Laser a Neodimio:YAG per il restauro di manufatti metallici	Regione Toscana RIS+ Toscana 2000-2001	2000	IFAC-CNR	4	Sviluppo sperimentale	Metalli	Sperimentazione di un laser capace di variare, oltre all'energia dell'impulso e alla frequenza di ripetizione, anche la durata dell'impulso
Cantiere pilota «Pulitura della facciata della Chiesa di San Frediano a Pisa»	Regione Toscana RIS+ Toscana 2000-2001	2000	Restauro Italia srl	8	Test	Lapideo	Applicazione della tecnologia in un cantiere pilota
Artworks Conservation by Laser	CE COST Action G7	2000-2006	FORTH-IESL (2000-2003) IFAC-CNR (2003-2006)	35	Networking e disseminazione	Vari	Creazione di una <i>community</i> multidisciplinare e internazionale finalizzata a 'far accettare' e validare l'utilizzo del laser nel restauro dei BBCC
OPTOCANTIERI	Regione Toscana PRAL-ITT	2002-2004	IFAC-CNR	23	Trasferimento tecnologico; <i>networking</i>	Opere murarie	Utilizzo concreto della tecnologia laser per la pulitura di opere d'arte. Diagnostica e intervento in tre cantieri: Piazza dei Miracoli (Pisa); Palazzo Vecchio e Santa Maria del Fiore (Firenze); Fonte Gaia (Siena)

Tab. 2.5a – segue.

Titolo progetto	Ente erogatore/ Bando	Anno	Coordinatore	N. partner	Attività di R&S	Materiale restaurato	Ruolo del progetto nello sviluppo dell'innovazione laser
Advanced On-site Restoration Laboratory for European Antique Heritage Restoration	CE Programma Quadro «Cultura 2000»	2003-2004	National Museum of History and Archaeology (Constanta)	5	Ricerca di sinergie nelle tecniche e nei metodi per il restauro	Affreschi; dipinti su legno	Sperimentazione di possibili sinergie del laser con tecniche diverse
Saving sacred relics of European Medieval Cultural Heritage	CE Programma Quadro «Cultura 2000»	2005-2006	INOE Romania	5	Test	Affreschi; dipinti su legno	Applicazione della tecnologia in loco
AUTHENTICO	CE VI Programma Quadro	2007-2009	European Jewellery Technology Network	10	Ricerca applicata e sviluppo sperimentale	Metalli preziosi e non preziosi	Ulteriore applicazione della tecnologia laser: mappatura e datazione dei reperti onde garantire l'originalità
ST@RT	Regione Toscana Fondi CIPE	2008-2010	INOA-CNR	12	R&S; <i>networking</i>	Monumenti e facciate dipinte	Aggregazione e coordinamento delle diverse competenze presenti in Toscana nei settori della scienza e delle tecnologie innovative per i beni culturali; ricerca e sviluppo di nuovi sistemi laser sia per la diagnostica (spettroscopio portatile) sia per l'intervento (laser a durata d'impulso ottimizzabile)

Tab. 2.5b – Elementi chiave e risultati attraverso i quali è stato sviluppato il laser per il restauro dei beni culturali.

Titolo progetto	Elementi chiave	Risultati
Tecniche di fotoablazione nel restauro conservativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coinvolgimento fin dall'inizio di altre competenze. Non nata come un'innovazione 'chiusa' in laboratorio</li> </ul>	L'idea progettuale è sfociata nel Finalizzato CNR dove è stata sviluppata
Sviluppo di metodologie e sistemi di pulitura laser nel restauro conservativo di manufatti artistici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisciplinarietà (restauratori, fisici, chimici, esperti di tecnologia laser, esperti di ingegnerizzazione di sistemi laser)</li> <li>• Focus sulla tecnologia e sui caratteri tecnico-scientifici per la sua applicazione nel restauro dei BBCC</li> </ul>	Conferma della bontà della tecnologia laser per la realizzazione di interventi molto precisi e progressivi
Tecniche e sistemi laser per il restauro dei beni culturali Apparecchiatura laser per il restauro conservativo di strati pittorici e manufatti artistici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisciplinarietà (restauratori, storici, fisici, chimici, archeologi, ingegneri)</li> <li>• Network pubblico-privato che ha coinvolto la ricerca, le istituzioni e le imprese</li> </ul>	Individuazione delle metodologie ottimali da tradurre in parametri di emissione laser ottimizzati per l'applicazione nel restauro. Realizzazione di un prototipo trasportabile e dotato di elementi innovativi tra cui la trasmissione della radiazione tramite cavo a fibra ottica che ne permette un pratico utilizzo in cantiere: sistema laser «Smart Clean», poi prodotto e commercializzato dall'El.En.
Sistema Laser a Neodimio:YAG per il restauro di manufatti metallici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisciplinarietà;</li> <li>• Network pubblico-privato con soggetti del mondo della ricerca, della conservazione e dell'industria</li> </ul>	Prototipo di laser innovativo a Nd:YAG detto «Vario» caratterizzato da una durata variabile dell'impulso
Cantiere pilota «Pulitura della facciata della Chiesa di San Frediano a Pisa»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzo da parte di Restauro Italia srl del laser prodotto dall'El.En</li> </ul>	Pulitura della facciata della Chiesa di San Frediano a Pisa
Artworks Conservation by Laser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura alla comunità internazionale</li> </ul>	<i>Handbook</i> sull'utilizzo del laser nella conservazione dei beni culturali

Tab. 2.5a – segue.

Titolo progetto	Elementi chiave	Risultati
OPTOCANTIERI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Network pubblico-privato con i più importanti attori istituzionali del restauro (soprintendenze e OPD), i maggiori centri di ricerca (INOA, IFAC, ICVBC) e imprese</li> <li>• Coinvolgimento diretto degli <i>end users</i> che hanno così avuto la possibilità di provare il laser</li> <li>• Multidisciplinarietà: storici, archeologi, fisici, chimici, esperti in optoelettronica, ICT, restauratori, storici dell'arte</li> <li>• Livello internazionale del network</li> </ul>	<p>Validazione delle apparecchiature e della tecnologia laser; loro miglioramenti</p> <p>Integrazione in un medesimo laboratorio di diverse tecniche e metodi di restauro: controllo di tele rilevamento della qualità dell'ambiente, dosimetri, sistemi di pulitura laser con diverse caratteristiche, dell'interferometro olografico portatile, spettrometro laser portatile, analizzatore multispettrale</p>
Saving sacred relics of European Medieval Cultural Heritage		<p>Restauro con laser di tre siti religiosi (un monastero e due chiese) della Moldavia in Romania</p>
AUTHENTIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Network pubblico-privato</li> <li>• Individuazione di nuovi sentieri innovativi rispondenti a reali esigenze degli operatori</li> <li>• Consolidamento e rafforzamento dell'asse ricerca-istituzioni (due eliche) nell'ambito dei beni culturali</li> </ul>	<p>Dimostrazione di criteri fisici oggettivi per l'autenticazione di manufatti in bronzo, con tecniche di spettroscopia laser e di microprofilometria.</p> <p>Messa a punto di tecnologie avanzate per la diagnostica, la pulitura, il monitoraggio, e loro validazione nei cantieri dell'Arringatore a Firenze, della Resurrezione di Piero della Francesca a Sansepolcro e della Torre Rognosa a San Gimignano</p>
ST@RT		

Fonte: nostra elaborazione.

processo innovativo e nell'attivazione delle risorse umane, tecniche, scientifiche, finanziarie, relazionali.

La chiave di lettura che adotteremo fa riferimento al concetto di cluster creativo (Lazzeretti 2009), che si configura come uno spazio (nel nostro caso fisico, ma in teoria anche virtuale) in cui la cultura è in grado di innescare connessioni tra una molteplicità di attori tali da favorire la trasformazione di idee in innovazioni, talora in settori diversi rispetto a quelli dove inizialmente sono state generate. A tal fine il database costruito con le informazioni dei dodici progetti è stato organizzato in modo funzionale all'applicazione della SNA.

Questa sezione è organizzata come segue: nel par. 4.1 saranno presentate alcune statistiche descrittive inerenti i soggetti coinvolti nei progetti, elaborate a partire dai dati su sede, tipologia (centro di ricerca, impresa, università, ente ecc.), contributo finanziario ricevuto, area di competenza; nel par. 4.2 saranno rappresentate, invece, le interconnessioni tra gli attori e riportati alcuni indici sulla loro centralità nel network.

#### *4.1 I principali caratteri degli attori che hanno partecipato ai progetti sullo sviluppo del laser applicato al restauro*

I dodici progetti selezionati hanno coperto un arco temporale di quindici anni (1995-2010) durante i quali, partendo dall'iniziale coinvolgimento del solo IFAC-CNR, si è passati al numero complessivo di 81 attori<sup>26</sup>.

Una prima informazione di particolare interesse ai nostri fini è offerta dall'analisi della localizzazione dei soggetti (tab. 2.6): la metà di chi ha preso parte a queste attività ha sede in Europa; la Toscana si assesta intorno al 43%, seguita dal resto dell'Italia e da paesi non europei. Se, da un lato, appare scontata la rilevanza del territorio toscano, stante il fatto che l'analisi verte su un'innovazione 'nata' nell'area fiorentina<sup>27</sup>, dall'altro meno immediata era la presenza di una così elevata concentrazione di altri paesi.

La spiccata natura internazionale del network merita, tuttavia, alcune riflessioni più approfondite. Innanzitutto, l'apertura del network deve essere considerata sotto una luce positiva, in quanto rappresenta una condizione per l'accesso a maggiori risorse, competenze e informazioni. In secondo luogo, però, dobbiamo rilevare come su questo dato incida notevolmente un solo progetto (COST Action G7), in cui dei 35 partecipanti solo due delegati nazionali potevano essere espressi dall'Italia<sup>28</sup>. Ciò sposta evidente-

<sup>26</sup> L'analisi svolta si è basata sulla partecipazione di attori regionali a progetti anche europei, i cui partner stranieri possono aver avuto una loro progettualità autonoma non rientrata in quest'analisi.

<sup>27</sup> In generale, le maggiori concentrazioni di soggetti si hanno proprio nella provincia di Firenze (26% di tutti gli attori), seguita da quella di Pisa (poco meno del 9%) e da Romania e Regno Unito (5%).

<sup>28</sup> Renzo Salimbeni dell'IEQ e Alessandra Andreoni dell'Università dell'Insubria.

## 48 Cluster creativi per i beni culturali

mente tutti i valori, anche in considerazione del fatto che si è trattato di un programma focalizzato sulla fase di disseminazione piuttosto che sulle attività di R&S. In altri termini, alla luce anche di quello che è emerso nei precedenti paragrafi, possiamo dire che il laser è stato sviluppato prevalentemente da attori locali.

Tab. 2.6 – Distribuzione degli attori per sede.

Sede	Valore assoluto	Valore percentuale
Europa	41	50,6
Toscana	35	43,2
Italia	3	3,7
Paesi extraeuropei	2	2,5
Totale	81	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

L'analisi della tipologia degli attori (tab. 2.7) ci conferma che si è trattato di un'innovazione in cui hanno avuto notevole peso sia i centri di ricerca che le imprese e gli attori istituzionali. Complessivamente, questi tre sistemi hanno coperto circa l'88% di tutti gli attori, con una netta prevalenza del mondo della ricerca (50% su totale), seguito da quello industriale (21%) e delle istituzioni (18%). Da notare che nel caso delle imprese, l'unica di grandi dimensioni è il gruppo El.En. Questo dato dipende dal fatto che nei progetti regionali sono ammesse a contributo solo le PMI e conferma quanto El.En. abbia creduto nell'idea, investendo in massima parte risorse proprie.

Tab. 2.7 – Distribuzione degli attori per tipologia.

Tipologia	Valore assoluto	Valore percentuale
Università	22	27,2
Centro ricerca	18	22,2
Impresa	16	21,0
Ente locale/Ente pubblico	15	18,5
Centro servizi	3	3,7
Accademia	3	3,7
Associazione/Gruppo/Network	2	2,5
Ente no profit	1	1,2
Totale	81	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

Sul fronte delle competenze messe in campo (tab. 2.8), dobbiamo innanzitutto ricordare come i singoli attori siano stati classificati sulla base del loro contributo al progetto più che del loro generico settore di attività.

Tab. 2.8 – Distribuzione degli attori per area di competenze.

Competenze	Valore assoluto	Valore percentuale
Conservazione e promozione BBCC	16	19,8
Optoelettronica/Ottica	12	14,8
Restauro	12	14,8
Chimica/Fisica	9	11,1
ICT	6	7,4
Diagnostica beni culturali	5	6,2
Innovazione e trasferimento tecnologico	4	4,9
Energia, ambiente, nuove tecnologie	3	3,7
Formazione	3	3,7
Architettura, arte e design	3	3,7
Archeologia	2	2,5
Geologia	2	2,5
Progettazione	2	2,5
Scienze dei materiali	1	1,2
Scienze e tecnica	1	1,2
Totale	81	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

L'applicazione del laser al restauro dei beni culturali ha visto la partecipazione massiccia di soggetti direttamente collegati alla conservazione e promozione dei beni culturali (20%), che insieme a quelli del restauro (15%) rappresentano un terzo del campione, a testimonianza del coinvolgimento di storici dell'arte e restauratori che, come già anticipato, hanno avuto un ruolo determinante sia nel far emergere le criticità e i problemi da risolvere che nel validare la tecnologia. Ovviamente anche l'optoelettronica (15%) ha avuto un peso notevole, in quanto settore detentore delle competenze tecniche per lo sviluppo del laser. A completamento delle *capabilities* tecniche necessarie, a fianco dell'optoelettronica troviamo la chimica e la fisica (11%)<sup>29</sup>. In generale, come si può vedere dalla tab. 2.8, appare evidente la

<sup>29</sup> Teniamo a precisare che, data la specificità del suo contributo e dell'area di ricerca, l'IFAC è stato considerato come detentore di competenze nel settore dell'optoelettronica.



Tab. 2.9 – Distribuzione degli attori per sede e area di competenze.

Competenze	Toscana		Italia		Europa		Paesi extraeuropei	
	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale
Conservazione e promozione dei BBCC	6	17,1	-	-	9	22,0	1	50,0
Optoelettronica/Ottica	5	14,3	1	33,3	6	14,6	-	-
Restauro	7	20,0	-	-	5	12,2	-	-
Chimica/Fisica	1	2,9	1	33,3	7	17,1	-	-
Diagnostica beni culturali	5	14,3	-	-	-	-	-	-
ICT	5	14,3	-	-	1	2,4	-	-
Innovazione e trasferimento tecnologico	2	5,7	-	-	2	4,9	-	-
Energia, ambiente, nuove tecnologie	-	-	1	33,3	2	4,9	-	-
Formazione	-	-	-	-	3	7,3	-	-
Architettura, arte e design	1	2,9	-	-	2	4,9	-	-
Archeologia	1	2,9	-	-	1	2,4	-	-
Geologia	1	2,9	-	-	1	2,4	-	-
Progettazione	-	-	-	-	1	2,4	1	50,0
Scienze dei materiali	1	2,9	-	-	-	-	-	-
Scienze e tecnica	-	-	-	-	1	2,4	-	-
Totale	35	100,0	3	100,0	41	100,0	2	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

molteplicità di competenze attivate nei progetti considerati: ciò conferma uno degli elementi che ha determinato il successo dell'idea, ossia l'interdisciplinarietà, emersa con forza anche in tutte le interviste.

Le tabb. 2.9 e 2.10 riportano l'incrocio tra competenze e sede, al fine di porre in evidenza le specificità territoriali e le principali concentrazioni settoriali<sup>30</sup>.

La Toscana presenta una certa varietà di competenze (tab. 2.9): tra gli attori ivi localizzati spiccano però soprattutto quelli che operano nel restauro (20%) e nella conservazione (17%), seguiti da optoelettronica, diagnostica e ICT (14%).

I tre soggetti con sede in altre regioni di Italia<sup>31</sup> sono specializzati nell'area chimico-fisica, nell'optoelettronica e nell'area «energia, ambiente e nuove tecnologie».

Anche l'Europa presenta una notevole varietà, coprendo quasi tutte le aree di competenze – ad eccezione della diagnostica, della meccanica e delle scienze dei materiali – con una prevalenza per i quattro settori principali, vale a dire conservazione (22%), chimica-fisica (17%), optoelettronica (14,6%), restauro (12%).

Infine, gli unici due attori extraeuropei<sup>32</sup> operano nel campo del restauro e della progettazione.

Se usiamo adesso la chiave di lettura delle competenze anziché dell'area geografica (tab. 2.10), notiamo che più della metà di chi si occupa di conservazione e promozione dei beni culturali ha sede in paesi europei (56%) e poco più di un terzo in Toscana (37%).

Tenendo sempre presente le considerazioni appena fatte circa la 'distorsione' causata dal progetto COST Action G7, è interessante notare come ben il 50% degli esperti in optoelettronica siano localizzati in Europa, contro il 41% di quelli toscani.

A parti invertite troviamo il restauro, con il 58% degli operatori con sede in Toscana e il 41% in altri paesi europei.

Maggiori concentrazioni si hanno, invece, in altri settori. La diagnostica dei beni culturali si trova solo in Toscana, così come le scienze dei materiali; anche l'ICT si concentra nella regione (83%). Discorso analogo per formazione, e scienza e tecnica (entrambe con il 100%), chimica-fisica (78%), energia e architettura (entrambe con quasi il 67%), che si concentrano in Europa.

L'ultima informazione che riportiamo è relativa alle risorse finanziarie concesse dai vari enti<sup>33</sup> sotto forma di contributo per la realizzazione delle

<sup>30</sup> La tab. 2.9 va letta in senso verticale (le percentuali sono calcolate cioè sui totali di colonna), mentre la tab. 2.10 in senso orizzontale (le percentuali sono calcolate sui totali di riga).

<sup>31</sup> Lombardia, Emilia-Romagna e Lazio.

<sup>32</sup> Egitto (biblioteca) e Tajikistan (museo).

<sup>33</sup> Gli enti erogatori sono stati di fatto solo tre: il CNR, la Regione Toscana e la Comunità Europea.

Tab. 2.10 – Distribuzione degli attori per area di competenze e sede.

Competenze	Toscana		Italia		Europa		Paesi extraeuropei		Totale
	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale	Valore assoluto	Valore percentuale	
Conservazione e promozione dei BBCC	6	37,5	-	-	9	56,3	1	6,3	16
Optoelettronica/Ottica	5	41,7	1	8,3	6	50,0	-	-	12
Restauro	7	58,3	-	-	5	41,7	-	-	12
Chimica/Fisica	1	11,1	1	11,1	7	77,8	-	-	9
Diagnostica beni culturali	5	100,0	-	-	-	-	-	-	5
ICT	5	83,3	-	-	1	16,7	-	-	5
Innovazione e trasferimento tecnologico	2	50,0	-	-	2	50,0	-	-	4
Energia, ambiente, nuove tecnologie	-	-	1	33,3	2	66,7	-	-	3
Formazione	-	-	-	-	3	100,0	-	-	3
Architettura, arte e design	1	33,3	-	-	2	66,7	-	-	3
Archeologia	1	50,0	-	-	1	50,0	-	-	2
Geologia	1	50,0	-	-	1	50,0	-	-	2
Progettazione	-	-	-	-	1	50,0	1	50,0	2
Scienze dei materiali	1	100,0	-	-	-	-	-	-	1
Scienze e tecnica	-	-	-	-	1	100,0	-	-	1

Fonte: nostra elaborazione.

attività previste nei progetti. L'analisi è stata impostata per mettere in luce la ripartizione dei finanziamenti rispetto alle aree geografiche, alla tipologia di attori e alle competenze. In generale, i dodici progetti hanno attivato risorse per più di cinque milioni di euro.

Con riferimento alla sede (tab. 2.11), l'area che ha goduto dei maggiori finanziamenti è stata la Toscana, in cui si è concentrato quasi il 74% del contributo totale. Questo dato annulla, per così dire, la distorsione del progetto europeo più volte ricordato, mostrando come in sostanza il 50% del totale dei partecipanti (con sede in Europa) ha ricevuto soltanto il 22% delle risorse finanziarie e confermando che la quota più rilevante delle attività è stata svolta da organizzazioni toscane.

Tab. 2.11 – Distribuzione delle risorse finanziarie per sede degli attori.

Sede	Valore assoluto (€)	Valore percentuale
Toscana	3.829.537	73,7
Europa	1.141.801	22,0
Paesi extraeuropei	115.300	2,2
Italia	110.310	2,1
Totale	5.196.948	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

Gli attori che hanno beneficiato maggiormente del denaro pubblico (tab. 2.12) sono stati i centri di ricerca (61%) e le università (19%). Le imprese, nonostante la discreta presenza (tab. 2.12), hanno ricevuto poco meno del 6% delle risorse. Ciò denota la forte impronta di R&S che hanno avuto questi progetti.

Tab. 2.12 – Distribuzione delle risorse finanziarie per tipologia di attori.

Tipologia	Valore assoluto (€)	Valore percentuale
Centro ricerca	3.185.092	61,3
Università	1.003.736	19,3
Ente locale/Ente pubblico	387.854	7,5
Imprese	300.759	5,8
Associazione/Gruppo/Network	173.999	3,3
Centro servizi	70.406	1,4
Accademia	42.000	0,8
Ente no profit	33.100	0,6
Totale	5.196.948	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

## 54 Cluster creativi per i beni culturali

Infine, anche l'analisi delle competenze presenta alcuni spunti di riflessione (tab. 2.13). Oltre all'optoelettronica, infatti, su cui com'era prevedibile è confluita la quota più rilevante (25%), sono stati finanziati soprattutto gli attori della diagnostica (20%) e dell'ICT (19%), mentre per esempio la chimica-fisica e il restauro si sono fermati a circa il 7% e il 5% rispettivamente. Ciò è dipeso in parte dai progetti in cui sono state coinvolte tali competenze: non è un caso, infatti, che ST@RT (per l'ICT e la diagnostica) e OPTOCANTIERI (per la diagnostica) siano stati tra i progetti ammessi con il più alto finanziamento<sup>34</sup>.

Tab. 2.13 – Distribuzione delle risorse finanziarie per area di competenza degli attori.

Competenze	Valore assoluto (€)	Valore percentuale
Optoelettronica/Ottica	1.286.978	24,8
Diagnostica beni culturali	1.058.202	20,4
ICT	983.134	18,9
Conservazione e promozione BBCC	531.906	10,2
Chimica/Fisica	376.156	7,2
Restauro	279.480	5,4
Innovazione e trasferimento tecnologico	204.105	3,9
Scienze dei materiali	149.680	2,9
Archeologia	102.395	2,0
Progettazione	73.400	1,4
Energia, ambiente, nuove tecnologie	53.510	1,0
Formazione	42.000	0,8
Architettura, arte e design	28.000	0,5
Geologia	14.000	0,3
Scienze e tecnica	14.000	0,3
Totale	5.196.948	100,0

Fonte: nostra elaborazione.

### 4.2 L'analisi delle relazioni interorganizzative

Lo step successivo consiste nell'approfondire le relazioni che gli attori hanno attivato attraverso la partecipazione ai dodici progetti selezionati. Con l'ausilio della SNA siamo, infatti, in grado di cogliere la struttura della rete, la

<sup>34</sup> ST@RT con quasi tre milioni di euro è il progetto con il contributo più alto, mentre OPTOCANTIERI con 350.000 euro il terzo dopo AUTHENTICO (800.000 euro).

posizione rivestita da ciascun soggetto e le modalità di governo delle relazioni. Semplificando al massimo, l'assunto di fondo della SNA è che il network è definito come un insieme (o più insiemi) di *attori* e di *relazioni* (legami) tra tali attori e può essere rappresentato e analizzato attraverso una *matrice* (detta delle adiacenze) e/o tramite una rappresentazione grafica, detta *grafo*.

Nel nostro caso, i dati sono stati elaborati a partire da una matrice  $m \times n$  a codificazione binaria (cosiddetta *affiliation matrix*) in cui le righe indicano gli attori e le colonne gli eventi; le celle  $a_{ij}$  contengono un 1 qualora l'attore  $i$  sia affiliato al progetto  $j$  e 0 altrimenti. Da questo network bimodale è stato, quindi, ricavato quello unimodale «attore-attore» ottenendo una matrice  $m \times m$  (cosiddetta delle *co-membership*), 'valutata' in quanto gli incroci registrano il numero di progetti cui la coppia di attori partecipa insieme<sup>35</sup>.

La prima informazione che possiamo desumere da quest'analisi riguarda il tasso di partecipazione degli attori (tab. 2.14), da cui risulta evidente la rilevanza dell'IFAC che è entrato nel partenariato di ben 11 progetti. Come più volte ricordato, questo dato risente in parte della metodologia con cui è stato creato il campione, ma denota anche quanto sia stato attivo sul piano progettuale l'istituto del CNR. Particolarmente interessanti anche i valori di altre organizzazioni, quali l'OPD, il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena e l'impresa El.En.

Il fatto che 66 attori degli 81 totali (81,5%) abbiano partecipato ad un solo progetto lascia presupporre una scarsa coesione e fornisce già una prima indicazione sulla possibilità che il nucleo centrale che ha portato avanti queste attività sia costituito da un numero ristrettissimo di attori.

La densità di una rete è data dalla proporzione di possibili legami che sono effettivamente presenti nel network e misura il suo grado di connessione, in altri termini la sua coesione. È il risultato del rapporto tra numero di legami effettivi e quelli potenziali, cioè quelli che si avrebbero se ciascun attore fosse legato con tutti gli altri. Il range spazia dunque da un valore pari a 0, se non vi sono relazioni, a 1, se sono presenti tutti i legami possibili.

Nel caso di matrici valutate come la nostra, la densità può essere calcolata rispetto sia alle relazioni valutate, sia alle relazioni dicotomiche<sup>36</sup> e fornisce informazioni diverse: nel primo caso, la densità esprime il valore medio associato ai legami, ossia il numero medio di progetti a cui partecipa ciascuna coppia di attori; nel secondo caso, essa esprime la proporzione di legami che sono presenti, ossia la percentuale di coppie di attori che compartecipa ad uno o più progetti.

<sup>35</sup> È immediato notare che tale valore nel nostro specifico caso poteva andare da 0 (caso in cui la coppia di attori non compartecipa ad alcun progetto) a 12 (caso in cui la coppia di attori compartecipa a tutti i progetti).

<sup>36</sup> Le relazioni dicotomiche sono il risultato della codificazione binaria in 0 e 1 dei valori presenti nelle celle delle matrici valutate: in particolare, il legame è considerato presente (e quindi pari a 1) se il valore originale è maggiore o uguale a 1; è invece considerato assente (e quindi codificato con uno 0) se il valore originale è uguale a 0.

## 56 Cluster creativi per i beni culturali

Nel nostro caso, la densità per i legami valutati è pari a 0,3219 e ci dice il numero medio di progetti a cui ciascuna coppia di soggetti ha partecipato; la densità per le relazioni a codificazione binaria, invece, è 0,3049, che equivale a dire che il 30,5% delle coppie di attori presenti sono stati co-membri di uno o più progetti.

Tab. 2.14 – Tasso di partecipazione degli attori.

Attore	Tasso di partecipazione
IFAC-CNR (IEQ fino al 2002)	11
OPD	6
DSA-UNISI	5
El.En.	4
INOE-Romania	3
SAT	3
CESVIT	2
FORTH-IESL	2
ICVBC-CNR	2
INOA-CNR	2
IQFR	2
ISTI-CNR	2
Restauro Italia srl	2
SBAAA di Pisa, Livorno, Lucca, Massa Carrara	2
Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico-UNIPI	2
Altri*	1

\* Arc'Antique, Art Innovation, Art-Tecnica s.l., Bay Zoltan Foundation for Applied Research, C2RME, Consorzio Centro di Eccellenza Optronica di Firenze (CEO), Centro Sviluppo Progetti srl, CULTNAT, Daniela Manna, DOP-INET, DRBCP della Toscana, Democritus University of Thrace, EDU-ART, EJTN, ENEA-FIS LAS, EVTEK, Falcon Instruments, Firenze Tecnologia, FOCA, General Engineering, Geologisches Institut der RWTH, IDS SpA, IFE, IMRT, INFN, INSTM, IOE-MUT, IRPA, Istituto Superior Tecnico, Konservatorskolen, LEGNODOC srl, LOTO, LRMH, MIDA, Meridiana Restauri, MICC, Ministry for Resources and Infrastructure, Musei Comunali Firenze, National Institute of Historical Monuments, National Museum and Galleries on Merseyside, National Museum of History and Archaeology, National Museums Liverpool, National and University Library, Opera di Santa Maria del Fiore, Polish Academy of Science, Anne-Katrin Potthoff, Restauratie Atelier Schilderijen, Sistemi Informativi srl, SODESCO, SOI-CNR, Scuola Superiore Sant'Anna, Stefano Landi, University of Bucarest, Cranfield University, University of Cyprus, Dipartimento di Progettazione dell'Architettura-UNIFI, Università degli Studi dell'Insubria, University of Latvia, University of Ljubljana, University College of London, Universytet Mikolaja Kopernika, Université de Mons-Hainaut, Dipartimento di Scienze della Terra-UNIPI, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione-UNISI, University of Vienna.

Fonte: nostra elaborazione.

Di per sé questi valori denotano un network non particolarmente coeso, soprattutto se si considerano le sue ridotte dimensioni<sup>37</sup>, ma è necessario che siano integrati con le ulteriori elaborazioni che presenteremo, le quali permetteranno di definire meglio la struttura della rete.

Una delle nozioni chiave nella prospettiva della SNA è quella di centralità, che identifica gli *attori più importanti* sotto diversi punti di vista. Esistono infatti vari indici di centralità, ognuno dei quali esprime una particolare proprietà. L'importanza di un attore non è valutata in astratto, ma sussiste nella misura in cui esso può esercitare un qualche condizionamento nei confronti di altri soggetti.

Tali indici, quindi, tentano di dare una misura dell'influenza e del rilievo dei vari attori e possono essere definiti sia a livello di singoli individui (*centralità*)<sup>38</sup> sia a livello di gruppo (*centralizzazione*)<sup>39</sup>, aggregando in questo caso gli indici individuali e ottenendo un unico indice che sintetizza quanto variabile e differenziato è il gruppo rispetto alla misura in esame. È importante sottolineare questi aspetti dal momento che la quantità di 'potere' in un certo sistema e la sua distribuzione tra gli attori sono sì interrelati, ma non corrispondono necessariamente. Due sistemi possono far registrare lo stesso livello di potere, ma nel primo esso può essere equamente distribuito, mentre nell'altro può presentare una distribuzione irregolare: in un sistema con bassa densità (poco coeso) non può essere esercitato molto potere, mentre in uno con densità alta sussiste un potenziale maggiore (Hanneman e Riddle 2005)<sup>40</sup>.

Il primo indice è il grado di centralità (*degree*), che corrisponde al numero di legami diretti posseduti da un attore. Si tratta del modo più semplice e intuitivo per definire la posizione di un attore all'interno del network<sup>41</sup>. Tenendo sempre presente che nel nostro caso la relazione tra soggetti dipende dalla compartecipazione a progetti, la tab. 2.15 riporta i valori fatti re-

<sup>37</sup> Generalmente, il grado di connessione di una rete decresce all'aumentare delle dimensioni del network e viceversa.

<sup>38</sup> Secondo questa nozione, l'importanza dell'attore dipende da quanto esso è coinvolto nelle relazioni con gli altri soggetti (Wasserman e Faust 1994: 173).

<sup>39</sup> L'indice di centralizzazione di un gruppo permette di confrontare in modo immediato network diversi. In generale, maggiore è questo indice e maggiore è la probabilità che nel network vi sia un attore piuttosto centrale e gli altri considerevolmente meno centrali. Esso fornisce una misura dell'eterogeneità e variabilità delle centralità dei soggetti (Wasserman e Faust 1994: 173).

<sup>40</sup> Per capire quando si gode di una posizione di rilievo e centrale, quando è possibile sfruttare molte opportunità e subire poche restrizioni, dobbiamo tener presente che un attore può essere considerato 'importante' se i suoi legami lo rendono particolarmente visibile agli attori del network. A tal fine non devono essere considerate solo le relazioni dirette, ma anche quelle indirette, e di conseguenza non solo i nodi adiacenti.

<sup>41</sup> Un attore con molte relazioni dirette ha ovviamente molte opzioni di scelta e gode quindi di una posizione di vantaggio che gli permette, tra l'altro, di essere meno dipendente dagli altri attori; può avere accesso a gran parte delle risorse del network e, allo stesso tempo, costituire una sorta di punto di riferimento per gli altri soggetti, un canale privilegiato per l'attività relazionale della rete, 'status' da cui può trarre vantaggi. Quest'indice pone quindi in evidenza gli attori più visibili all'interno del network.



## 58 Cluster creativi per i beni culturali

gistrare dai 25 attori più centrali. In particolare, la colonna *Degree* indica il numero di soggetti con cui si hanno legami, quella *Nrm\_Degree* esprime il dato come proporzione di attori complessivi con cui il soggetto ha relazioni.

Tab. 2.15 – Il grado di centralità degli attori (primi 25 soggetti).

Frequenza	Attore	<i>Degree</i>	<i>Nrm_Degree</i>
1	IFAC-CNR	78.000	97.500
2	INOE-Romania	38.000	47.500
3	IQFR	36.000	45.000
4	FORTH-IESL	36.000	45.000
5	Arc	34.000	42.500
6	Art-Tecnica	34.000	42.500
7	BayZoltan	34.000	42.500
8	AFA	34.000	42.500
9	MIN-Resource&Infrast	34.000	42.500
10	IMRT	34.000	42.500
11	IFE	34.000	42.500
12	DOP-INET	34.000	42.500
13	UNI-Insubria	34.000	42.500
14	DUT	34.000	42.500
15	IOE-MUT	34.000	42.500
16	PAS	34.000	42.500
17	IRPA	34.000	42.500
18	Restauratie Atelier Schilderijen	34.000	42.500
19	EVTEK	34.000	42.500
20	NML	34.000	42.500
21	IST	34.000	42.500
22	DSA-UNISI	34.000	42.500
23	UNI-Ljublijana	34.000	42.500
24	LRMH	34.000	42.500
25	SAT	30.000	37.500

Fonte: nostra elaborazione.

Sotto questo profilo la rete appare fortemente centralizzata intorno all'IFAC che ha partecipato a progetti con ben 78 altre organizzazioni, ossia con il 97,5% degli attori. Il grado di centralità dice in sostanza quanto sono visibili i singoli soggetti, ma nel nostro caso nell'interpretarla

bisogna fare attenzione al fatto che un attore può risultare centrale sia perché partecipa a molti progetti, sia perché prende parte a progetti di grandi dimensioni (in termini di partenariato), pur avendo uno scarso tasso di partecipazione. A ben vedere, infatti, gli altri attori che risultano particolarmente centrali sono tutti esteri e la loro centralità deriva soprattutto dalla partecipazione al solo COST Action G7. Rappresentano un'importante eccezione il National Institute of Research and Development for Optoelectronics (INOE) rumeno, l'Instituto de Química-Física «Rocasolano» (IQFR) spagnolo e il FORTH-IESL greco, la cui visibilità all'interno del network è la conseguenza di relazioni più strutturate.

Passando alla rete nel suo complesso, ricordiamo che la *centralizzazione* può variare – in termini percentuali – da un valore pari a 0%, quando tutti i gradi di centralità sono uguali (struttura che può essere raffigurata da un grafo di forma circolare), ad un valore pari a 100%, quando un solo attore interagisce con tutti gli altri, e questi ultimi solo con esso (situazione rappresentata da un grafo a stella). Nel caso dei progetti sul laser la *network centralization* misurata sulla *degree* è pari a 68,70%: si tratta di un valore piuttosto elevato che esprime la forte centralizzazione della rete intorno all'IFAC-CNR.

Come accennato, il grado di centralità presenta il vantaggio di fornire un indice che esprime con immediatezza la posizione di un nodo all'interno della rete, ma presenta anche lo svantaggio di risentire fortemente della dimensione dei singoli progetti. Ecco allora che ai nostri fini appare più funzionale l'indice della centralità *betweenness*. Esso si fonda sull'importanza che in una rete di relazioni un attore può rivestire per il fatto di essere un 'intermediario' tra altri soggetti. In questo caso, cioè, la centralità non è data tanto dal numero di legami diretti di un attore, quanto piuttosto dal suo ruolo nel connettere e mettere in relazione altri attori tra loro non adiacenti. L'idea di base è che se un soggetto, per poter comunicare con un altro membro della rete, deve necessariamente 'passare' attraverso un terzo attore, quest'ultimo deterrà un certo potere nei suoi confronti, derivante dalla sua posizione di *bridge*. In sintesi, quindi, considerando questo particolare indice di centralità, si pone l'accento sul potere di controllo di un attore nei confronti dei flussi relazionali tra altri soggetti che non comunicano direttamente tra loro (non adiacenti). In una prospettiva che prescinde dal singolo nodo, ma che comprende l'intero network, la posizione centrale rispetto alla *betweenness* di alcuni attori è tanto più cruciale quanto più la loro eliminazione dalla rete può minare la sua unità e portarla alla spaccatura.

Tralasciando il valore dell'indice<sup>42</sup>, la tab. 2.16 dà indicazioni ben più interessanti rispetto alla precedente analisi. L'IFAC si conferma il fulcro della

<sup>42</sup> La *betweenness centrality* di un soggetto può essere vista come la somma di tutte le probabilità che tale attore sia coinvolto nella comunicazione tra ciascuna coppia di attori del network (Freeman 1979).

rete, il coordinatore – di ruolo e di fatto – delle relazioni attivate tramite le attività progettuali. Ciò che emerge molto chiaramente, tuttavia, è la notevole presenza di attori locali quali centri intermedi e connettori. L'OPD e il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena (DSA-UNISI), come verrà mostrato successivamente nell'analisi dei grafi, sono due degli interlocutori privilegiati sullo sviluppo del laser, così come la Soprintendenza Archeologica Toscana (SAT). A seguire troviamo anche il Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico dell'Università di Pisa, altri istituti del CNR ed El.En. Di fatto, gli unici attori esteri che figurano tra i 15 più centrali sono quelli che abbiamo menzionato prima perché il loro grado di centralità non dipendeva esclusivamente dalla partecipazione a COST Action G7.

Considerato il fatto che nel nostro caso le relazioni intersoggettive derivano dalla comune partecipazione ai progetti, è possibile interpretare la *betweenness* come un indicatore della propensione alla compartecipazione reiterata e con soggetti diversi: un indice della collaborazione più significativo rispetto alla semplice compartecipazione, data dal grado di centralità, ma allo stesso tempo anche un segnale della condivisione di 'risorse' da parte dei membri della rete<sup>43</sup>.

Così come la *degree centralization*, anche la *betweenness centralization* permette di cogliere la variabilità degli indici tra gli attori di un network, variando da un grado nullo, quando non vi è eterogeneità poiché tutti i nodi hanno la stessa *betweenness centrality*, ad un valore del 100% nel caso di network a stella. La rete del laser ha fatto registrare un valore del 58,56%, leggermente inferiore a quello misurato sui gradi di centralità e conferma che, a fronte di una forte centralizzazione, vi sono più soggetti che ricoprono una posizione di rilievo.

Come anticipato in precedenza, il network può essere rappresentato da un grafo, vale a dire come insieme di punti (gli attori), detti *nodi*, interconnessi da *linee* (le relazioni che li legano) (Burt e Minor 1983). I legami sono pertanto dati da coppie di nodi: due nodi si dicono *adiacenti* se la linea che li unisce fa parte dell'insieme *L*. Il grafo, in sintesi, è la rappresentazione bidimensionale di una rete di legami intersoggettivi tra una popolazione di attori. In questo modo è possibile analizzare sia la posizione di ogni singolo attore all'interno della topologia delle relazioni, sia le caratteristiche morfologiche della rete relazionale nel complesso (Freeman 1979; Lomi 1991). È importante precisare che la distanza tra i nodi non ha una dimensione geografica, ma esprime una prossimità in termini relazionali.

<sup>43</sup> L'essere un nodo che ne connette tanti altri non va dunque letto in termini di potere nel mettere in relazione molti soggetti, quanto piuttosto come propensione a collaborare con altri attori nell'ambito di progetti diversi. Per chiarire questo punto, diciamo che tale indice sarà 0 non solo per chi partecipa ad un solo progetto (e quindi non ha la possibilità di collaborare con attori diversi da quelli presenti nello stesso evento), ma anche per chi ha un tasso di partecipazione molto alto, senza tuttavia aver compartecipato con altri oppure averlo fatto sempre con gli stessi soggetti.

Tab. 2.16 – La centralità (*betweenness*) degli attori (soggetti con valori maggiori di 0).

Frequenza	Attore	<i>Betweenness</i>	<i>nBetweenness</i>
1	IFAC-CNR	1856.500	58.750
2	OPD	93.500	2.959
3	DSA-UNISI	93.500	2.959
4	SAT	89.333	2.827
5	INOE-Romania	44.667	1.414
6	Storia-UNIFI	22.667	0.717
7	CESVIT	22.667	0.717
8	FORTH-IESL	21.333	0.675
9	IQFR	21.333	0.675
10	ICVBC-CNR	17.000	0.538
11	INOA-CNR	17.000	0.538
12	ISTI-CNR	17.000	0.538
13	El.En.	16.167	0.512
14	SBAAA PI-LI-LU-MC	5.667	0.179
15	Restauro Italia	5.667	0.179

Fonte: nostra elaborazione.

Un aspetto che ai nostri fini assume particolare rilievo riguarda i cosiddetti *attributi* degli attori. Si tratta di variabili non strutturali definite a livello di singole entità e che possono riguardare, per esempio, l'ubicazione della sede, la tipologia (centro di ricerca, impresa, università, ente ecc.), o il contributo finanziario ricevuto. È possibile integrare, a questo proposito, l'analisi degli indici di centralità con lo studio della topologia relazionale mediante l'ausilio della rappresentazione grafica della rete di attori che hanno partecipato ai dodici progetti sull'applicazione del laser nel restauro.

Dal grafo di fig. 2.3 possiamo fare alcune riflessioni:

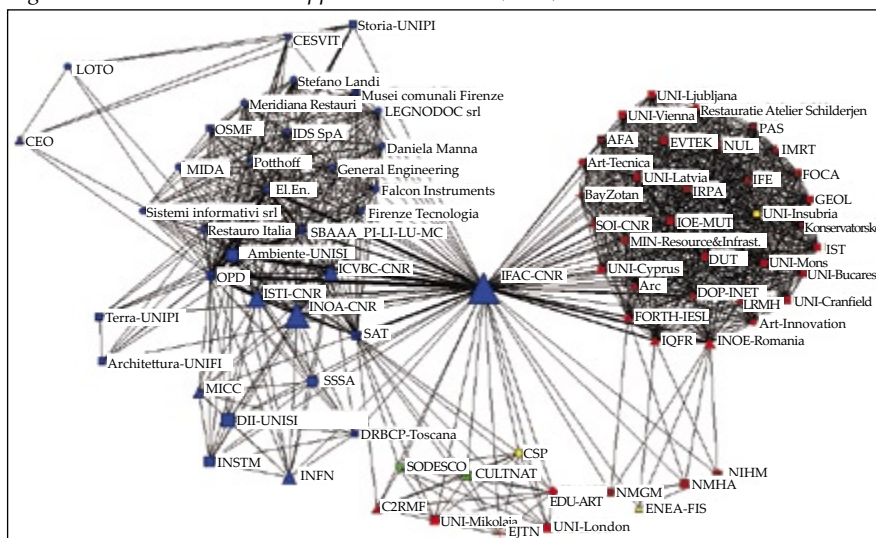
- l'IFAC appare chiaramente come il nodo più centrale, quello intorno al quale si sono catalizzati tutti gli altri; è dunque l'attore che detiene il maggior potere relazionale all'interno della rete e che riveste il ruolo di connettore;
- si profilano due macro-blocchi, uno toscano e l'altro europeo: in questo caso il ruolo dell'IFAC è quello di *bridge* tra il livello locale e quello internazionale;
- allo stesso tempo, è possibile notare come l'IFAC non sia l'unico connettore tra i dodici progetti, che al contrario risultano collegati anche

## 62 Cluster creativi per i beni culturali

grazie alla compartecipazione di altri soggetti (in particolare quelli che hanno fatto registrare un indice di *betweenness* elevato);

- l'IFAC è a tutti gli effetti un nodo cosiddetto *cutpoint*, dato che se esso fosse eliminato, le componenti del network aumenterebbero, e nello specifico diventerebbero due, una più spiccatamente locale e una essenzialmente europea: in quest'eventualità assumerebbero un ruolo di primissimo piano in termini di connettore, SAT da un lato, e INOE-Romania, FORTH-IESL e IQFR dall'altro;
- i soggetti che hanno ricevuto un maggior contributo dai progetti sotto il profilo dei finanziamenti (nodi più grandi) non sono necessariamente quelli più centrali: se riprendiamo l'elenco degli attori con una più elevata *betweenness* (tab. 2.16), vi sono ben nove attori che non figurano tra i primi 15 per risorse finanziarie<sup>44</sup>.

Fig. 2.3 – Il network del laser applicato al restauro ( $c \geq 1$ ).



Nota: i diversi colori dei nodi indicano la *sede* (blu per la Toscana, giallo per il resto d'Italia, rosso per l'Europa, verde per i paesi extraeuropei); le diverse forme dei nodi indicano, invece, la *tipologia* (triangolo per i centri di ricerca, quadrato per le università, quadrato con all'interno il segno «più» per gli enti, quadrato colorato per le accademie, segno «più» per le associazioni); la dimensione di ciascun nodo è proporzionale alle *risorse finanziarie* ricevute. Il valore espresso dalla «c» esprime il numero minimo di progetti cui le coppie di attori partecipano.

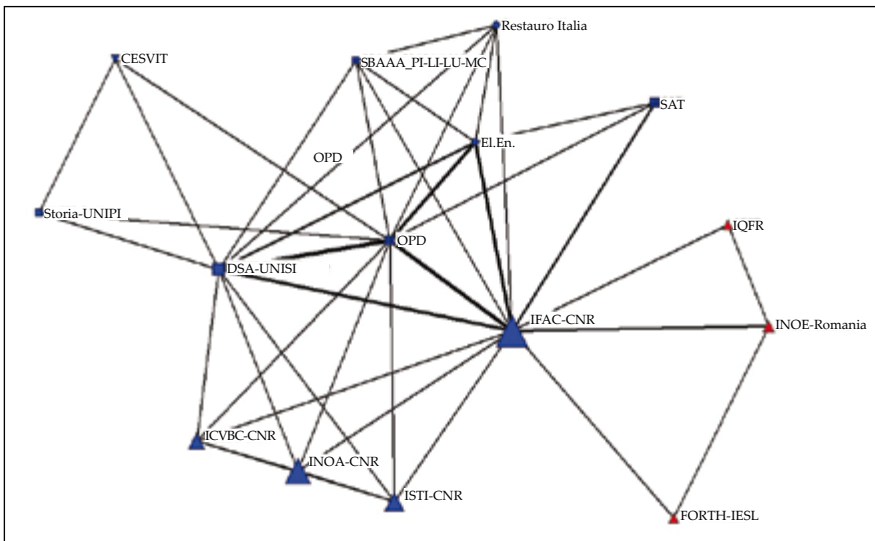
Fonte: Lazzeretti, Capone e Cinti (2011: 165).

<sup>44</sup> Su quest'elemento incide, ma solo in parte, la presenza di attori come gli enti (OPD e soprintendenze) o grandi imprese (El.En.) che talvolta possono partecipare solo a contributo zero.

Se alziamo l'asticella, per così dire, del livello di compartecipazione e consideriamo soltanto le coppie di attori che hanno preso parte insieme ad almeno due progetti (fig. 2.4), notiamo:

- la drastica riduzione della dimensione della rete, che passa da 81 a 15 nodi;
- la scomparsa (quasi *in toto*) dell'apertura internazionale;
- il mantenimento di un blocco centrale di soggetti che appartengono soprattutto al sistema della ricerca, ma anche a quello delle istituzioni e dell'industria.

Fig. 2.4 – Il network del laser applicato al restauro ( $c \geq 2$ ).



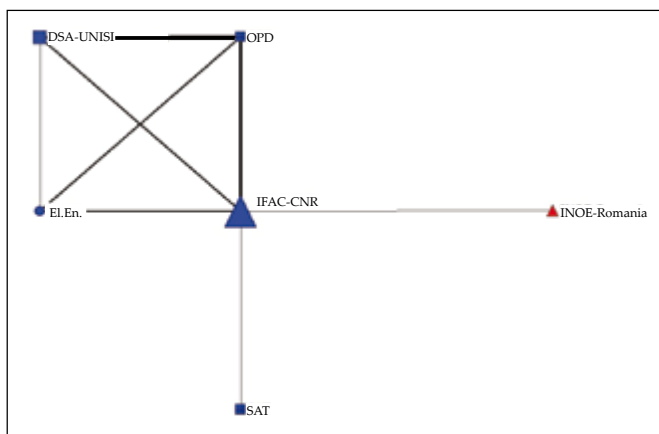
Fonte: nostra elaborazione.

Gli attori che condividono almeno tre progetti (fig. 2.5) sono soltanto sei e diventano quattro per livelli di compartecipazione pari a quattro progetti (fig. 2.6). La configurazione della rete evidenzia il nucleo centrale che ha fornito un contributo essenziale allo sviluppo della tecnologia in oggetto e che si conferma quella emersa anche dalle precedenti analisi: OPD, IFAC, EL.En., DSA-UNISI. Sotto questo profilo ci teniamo a ribadire la presenza della *tripla elica* quale leva per l'innovazione.

Il livello massimo di compartecipazione è di cinque progetti e lo raggiungono solo tre attori. È interessante notare come non tutti questi soggetti abbiano partecipato agli stessi progetti e che sia l'OPD a svolgere il ruolo di attore centrale (connettore) della rete tra DSA-UNISI e IFAC (fig. 2.6).

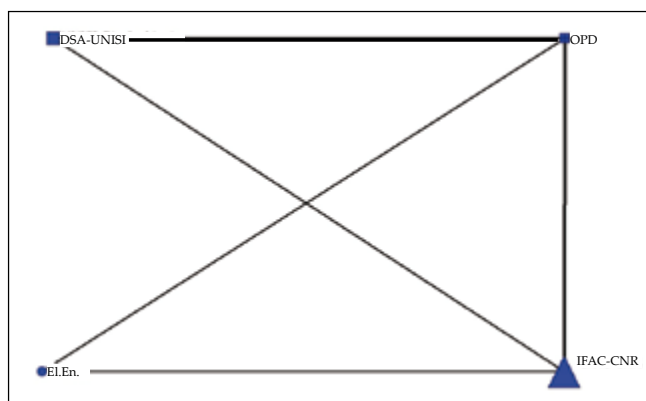
## 64 Cluster creativi per i beni culturali

Fig. 2.5 – Il network del laser applicato al restauro ( $c \geq 3$ ).



Fonte: Lazzeretti, Capone e Cinti (2011: 166).

Fig. 2.6 – Il network del laser applicato al restauro ( $c \geq 4$ ).



Fonte: Lazzeretti, Capone e Cinti (2011: 166).

## 5. Riflessioni conclusive

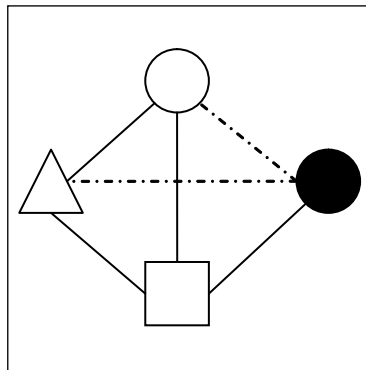
In sintesi, l'analisi del network ha ulteriormente definito i caratteri alla base dello sviluppo del laser applicato al restauro, ponendo alla nostra attenzione alcune dinamiche relazionali che erano già emerse nel corso della ricerca, ma che qui hanno trovato un ulteriore approfondimento e, soprattutto, un certo livello di sistematizzazione. Vorremmo, infatti, concludere tentando di modellizzare la struttura organizzativa che ha accompagnato questo processo innovativo. Ci limitiamo a questo proposito al livello locale, dove si è

concentrata la maggior parte delle attività (progettuali e non) e che si profila dunque come un cluster creativo nel senso precedentemente richiamato, ovvero come spazio fisico in cui la cultura è in grado di innescare connessioni tra una molteplicità di attori tali da favorire la trasformazione di idee in innovazioni, talora in settori diversi rispetto a quelli dove inizialmente sono state generate.

L'architettura delle relazioni è di tipo circolare e denota una condivisione di conoscenza tra centri di ricerca (comprese le università), imprese e istituzioni. Queste ultime, in particolare, hanno un duplice ruolo: da un lato, enti quali le soprintendenze e gli istituti di restauro hanno rappresentato l'interlocutore principale dei soggetti che svolgono attività di R&S, dall'altro la Regione Toscana ha alimentato il processo in termini economici attraverso il finanziamento dei progetti.

Le relazioni identificate sono sostanzialmente di due tipi: quelle che si riferiscono alle attività di R&S in senso stretto vedono la partecipazione degli *end users* soprattutto come interlocutori delle istituzioni, mentre nella fase di trasferimento tecnologico i rapporti coinvolgono anche le imprese sviluppatrici e i centri di ricerca (fig. 2.7).

Fig. 2.7 – La modellizzazione delle relazioni core nel network locale del laser sul restauro.



Nota: il triangolo rappresenta i centri di ricerca e le università; il quadrato indica le istituzioni; al cerchio corrispondono le imprese sviluppatrici; al cerchio nero le imprese *end users*; la linea continua indica la fase di R&S in senso stretto; la linea intermittenza rappresenta la fase di trasferimento tecnologico dell'innovazione.

Fonte: nostra elaborazione.

In conclusione, in base ai risultati dell'analisi possiamo sintetizzare nei seguenti elementi alcune delle motivazioni principali allo sviluppo dell'innovazione a Firenze:

1. *L'importanza della triple helix.* La nascita dell'innovazione laser nel campo del restauro, come già descritto, è dovuta principalmente alla collaborazione



di tutti gli attori della tripla elica (Etzkowitz e Leydesdorff 1998): il sistema della ricerca (CNR), il sistema industriale (imprese, gruppo El.En. *in primis*) e quello delle istituzioni (Regione, soprintendenze, OPD). Infatti, la stretta collaborazione tra El.En. e CNR nello sviluppo del prodotto è stata essenziale per portare a termine il sistema laser. El.En. ha messo a disposizione una tecnologia consolidata e un'architettura di prodotto già ampiamente testata, mentre IFAC-CNR ha curato la parte di adattamento dei parametri del laser per il restauro ai beni culturali e artistici. A questi elementi fondanti si è poi aggiunto il contributo finanziario degli attori istituzionali: in particolare, senza la creazione della RAT la ricerca per lo sviluppo del laser non avrebbe trovato il supporto richiesto. Infine, senza i buoni rapporti con le soprintendenze e l'OPD non ci sarebbe stata l'opportunità di testare il prodotto e di validarlo.

2. *Elementi relativi alla tecnologia e allo sviluppo del prodotto.* Il contributo del gruppo El.En. è stato sicuramente possibile grazie alle caratteristiche comuni al laser per il biomedicale e a quello per il restauro. Si rileva, in questi termini, una sorta di parallelismo tra il settore medicale e il restauro, in cui le opere da restaurare diventano dei veri e propri 'pazienti da guarire' facendo ricorso alle migliori tecniche disponibili. In questo contesto è stato possibile adattare i parametri di forza e durata dell'impulso del laser medicale a quello per il restauro senza necessariamente sviluppare un prodotto completamente nuovo. In sintesi, il carattere abilitante della tecnologia laser ha consentito l'attivazione di legami intersettoriali tra il medicale e il restauro, in un percorso di *cross-fertilization* (cfr. par. 3, cap. 1) in cui l'innovazione, sviluppatasi dapprima in un settore, diventa un'innovazione incrementale in un secondo comparto.

3. *Elementi di contesto locale: verso il creative milieu.* Di uguale importanza sono, a parere degli intervistati, gli elementi locali del contesto in cui si è sviluppata l'innovazione. Infatti tutte le persone coinvolte nel processo di sviluppo e test hanno registrato la presenza in loco di tutte le condizioni necessarie per lo sviluppo del sistema laser per il restauro. Si è così evidenziata la presenza di un vero e proprio *creative milieu*, nel senso già citato (cfr. par. 5, cap. 1) di uno spazio fisico percorso da un fitto tessuto di relazioni (formali e informali) tra attori appartenenti a campi disciplinari e settoriali differenti, le cui interazioni reciproche sono in grado di alimentare la continua ricombinazione di conoscenze e idee, foriera di esiti innovativi imprevedibili e spesso trasversali a molteplici ambiti. Nel caso in oggetto, le relazioni tra il mondo della ricerca, il mondo istituzionale e il sistema delle imprese si sono contraddistinte per un elevato grado di prossimità fisica e cognitiva, consentendo di avviare un dialogo aperto e orientato a obiettivi condivisi e tangibili tra figure professionali differenti quali fisici, restauratori e storici dell'arte. Il collante profondo di tale conversazione va ricercato, con ogni probabilità, nella disponibilità di un 'argomento di discussione' atto a essere affrontato da molteplici prospettive: la presenza sul territorio di un cospicuo patrimonio artistico e culturale.

## Un approfondimento su un progetto complesso

Il caso TEMART\*

### I. Premessa

Parallelamente allo sviluppo e alla validazione delle tecnologie laser per il restauro descritta nel capitolo precedente, si sono sviluppate nel corso dell'ultimo decennio esperienze analoghe relativamente ad un'ampia gamma di tecnologie applicate ai beni culturali, che include strumentidagnostici, materiali per trattamenti conservativi, dispositivi per il rilievo tridimensionale e software per la documentazione, l'accesso e la gestione del patrimonio. Percorsi assai differenziati dal punto di vista delle discipline e delle metodologie, ma caratterizzati da obiettivi largamente comuni. In particolare, si è diffusa recentemente una forte consapevolezza della complementarità dei diversi approcci metodologici al fine di offrire una soluzione integrata al tema della conservazione e valorizzazione sostenibile del patrimonio storico-artistico.

Ai fini del presente studio, il progetto TEMART, «Tecniche avanzate per la conoscenza materica e la conservazione del patrimonio storico-artistico», riveste un particolare interesse in quanto costituisce il momento culminante del processo di ampliamento e consolidamento del cluster toscano dei beni culturali, segnando un passo importante verso la convergenza dei diversi ambiti di R&S e la *cross-fertilization* tra le relative competenze.

\* Ricordiamo che il progetto TEMART è stato inserito nel secondo studio presentato nel cap. 4. La decisione di anticiparne l'approfondimento è dovuta alla sua diretta connessione con gli sviluppi delle tecnologie laser per il restauro. Si ringrazia il coordinatore scientifico del progetto dottor Salvatore Siano per averci messo a disposizione le informazioni che saranno illustrate di seguito.

## 2. Gli obiettivi del progetto

Il progetto ha preso avvio tramite la partecipazione di un partenariato di tredici soggetti, coordinati dall'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del CNR di Firenze (IFAC-CNR), al bando indetto dalla Regione Toscana per il sostegno a progetti di ricerca congiunti tra gruppi di imprese e organismi di ricerca in materia di scienze socio-economiche e umane, nell'ambito del Programma Operativo Regionale cofinanziato dal FESR per l'obiettivo «Competitività regionale e occupazione», anni 2007-2013 (POR/FESR 2007-2013), Asse 1, Attività 1.1, Linea di intervento D.

L'obiettivo primario di TEMART è la messa in opera di un cluster di sviluppo, validazione e trasferimento di nuove tecnologie e nuovi servizi per i beni culturali, costruito attorno alla tematica della conservazione intesa nella sua accezione più generale.

In questo contesto, lo specifico contributo del progetto si esplica nello sviluppo e nella validazione di strumenti, materiali e metodologie innovative per la conoscenza, l'autenticazione e il restauro di manufatti di interesse storico-artistico, attraverso un processo articolato che comprende fasi di ricerca applicata, di trasferimento tecnologico e di commercializzazione di prodotti finiti. Il 'piano di convergenza' tra i differenti ambiti di R&S interessati consiste in un approccio multidisciplinare che considera la conservazione della componente materica dell'opera come una premessa per la corretta interpretazione del suo contenuto culturale, la sua comunicazione e valorizzazione. Alla base del progetto si colloca, in altri termini, la convinzione che il supporto fisico dell'opera ne veicoli il valore culturale e che la sua salvaguardia sia, pertanto, un requisito imprescindibile per la corretta lettura di un insieme complesso e stratificato di significati: di qui la necessità di una stretta collaborazione tra differenti figure professionali quali ricercatori, storici dell'arte, archeologi, restauratori e imprese high-tech. Secondo tale logica, la comunità scientifica tende ad aggregarsi attorno ad una vera e propria filiera che abbraccia i contributi delle discipline scientifiche, tecnologiche e di quelle umanistiche.

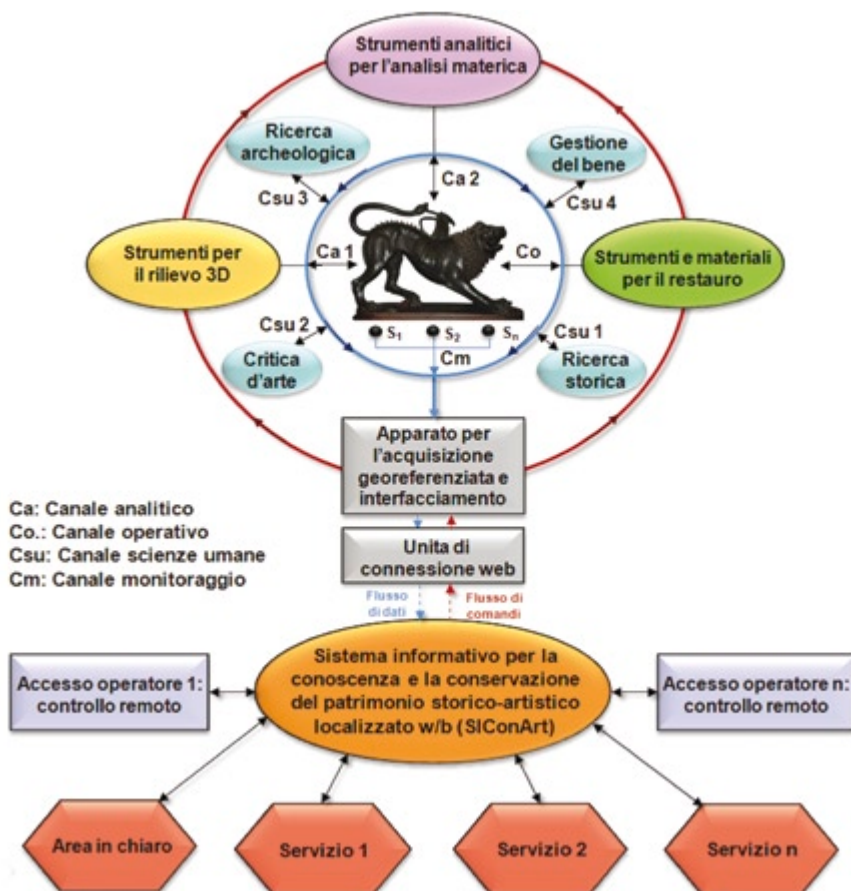
All'interno di TEMART, tale obiettivo di convergenza multidisciplinare si concretizza nella costituzione di una piattaforma tecnologica integrata, denominata «Sistema informativo per la conoscenza e la conservazione del patrimonio storico-artistico» (SIConArt) (fig. 3.1). Tale infrastruttura informatica consentirà di procedere alla raccolta geo-referenziata e alla gestione in modalità remota delle informazioni provenienti dalle strumentazioni di analisi materica e di rilievo tridimensionale e di renderle disponibili all'elaborazione congiunta da parte degli specialisti, tramite un'apposita interfaccia ipertestuale. Tale avanzamento costituisce l'affinamento di un prodotto preesistente, sviluppato nel progetto OPTOCANTIERI (2003-2004) coordinato da IFAC.

L'output finale di SIConArt è un database multidisciplinare contenente informazioni sull'interpretazione storico-stilistica dell'opera, la composizione e la struttura delle varie componenti materiche, oltre a elementi

relativi all'autenticità, alle precedenti operazioni di restauro, alla manutenzione e al monitoraggio.

È opportuno sottolineare come tale risultato rappresenti un concreto fattore di innovazione nel campo della tutela del patrimonio culturale, in quanto promette di superare gli ostacoli che spesso si frappongono alla comunicazione tra specialisti, sia nel corso delle procedure analitiche, che nel momento di intersezione tra la funzione di salvaguardia e quella di valorizzazione. Si può dunque affermare, in questo senso, che TEMART rappresenta un'azione di confluenza tra le diverse esperienze toscane di innovazione tecnologica nel campo dei beni culturali, finalizzata alla validazione congiunta delle diverse metodologie per la tutela del patrimonio culturale sviluppate all'interno del cluster.

Fig. 3.1 – Piattaforma tecnologica Progetto TEMART.



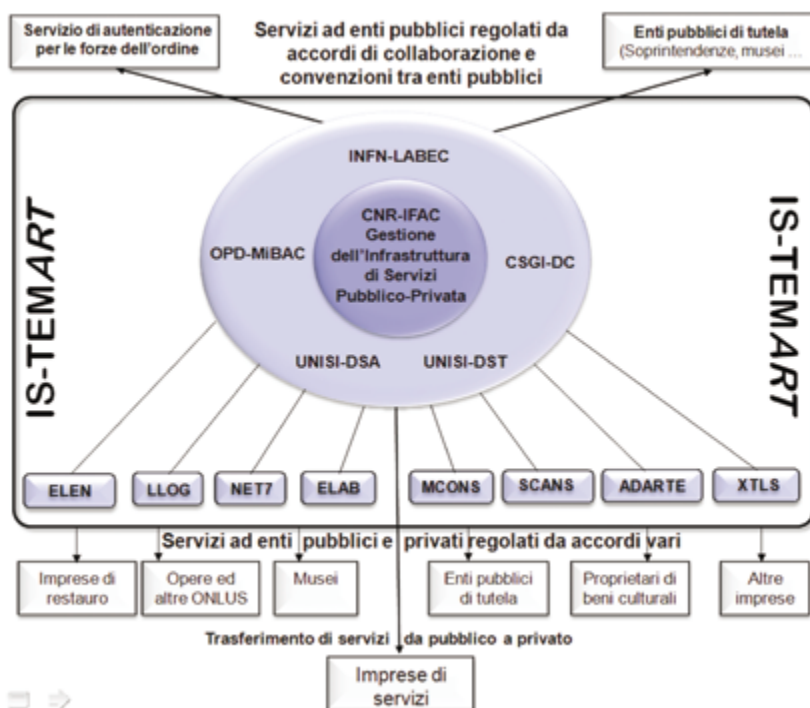
Fonte: CNR-IFAC (2010: 34).

Gli obiettivi di TEMART, tuttavia, non si limitano alla costituzione della piattaforma tecnologica: questa rappresenta, infatti, il presupposto per l'implementazione di un'infrastruttura di servizi (IS-TEMART) (fig. 3.2) di supporto e consulenza nell'ambito della conoscenza materica, autenticazione, restauro, manutenzione e monitoraggio di manufatti di interesse storico-artistico, rivolta ad una vasta gamma di utenti finali (imprese di restauro, istituzioni museali, enti pubblici, proprietari e gestori privati o no profit, forze dell'ordine) attraverso modalità di erogazione personalizzate. È in questo passaggio – oltre che nella commercializzazione diretta dei prodotti – che si realizza il collegamento tra l'attività di ricerca e il bacino di domanda.

Analizzando più in dettaglio le tecnologie e le differenti traiettorie di ricerca industriale che confluiscono e trovano un avanzamento nel progetto TEMART, esse si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

- strumenti analitici portatili per la caratterizzazione *in situ* delle opere (sviluppo e validazione di sistemi di spettroscopia di plasma indotti da laser, diffrattometri a raggi X, strumenti per il rilievo 3D e videomicroscopi 3D);

Fig. 3.2 – Schema dell'infrastruttura di servizi, Progetto TEMART.



- strumenti e materiali per il restauro (sviluppo e validazione di sistemi laser a durata di impulso selezionabile per la pulitura, materiali nanotecnologici e dispositivi biocidi a microonde).

In entrambi i campi, gli obiettivi specifici del progetto consistono nella possibilità di sviluppare soluzioni che permettano di superare i limiti – che possono riguardarne a seconda dei casi l'efficacia, la portabilità, la flessibilità ecc. – della strumentazione esistente e di validarne l'applicazione su di un numero consistente di casi, avviando in seguito le fasi di *prototyping* industriale e commercializzazione. Per ragioni di sintesi e di coerenza con il precedente capitolo, il presente contributo si focalizza sul contributo apportato da TEMART allo sviluppo delle tecnologie laser per il restauro.

In quest'ambito, TEMART prende avvio dalle applicazioni della strumentazione descritte nel cap. 2, concretizzatesi nella commercializzazione di circa 200 esemplari di sistemi laser «Smart Clean» e «Vario» da parte del gruppo El.En. Le opportunità di miglioramento di un prodotto che ha già incontrato un considerevole grado di interesse da parte del mercato riguardano, in questo caso, l'aumento della versatilità dell'apparecchiatura – da perseguire attraverso la possibilità di variare i parametri a partire dalla durata d'impulso – e l'agevolazione del processo di pulitura attraverso manipoli ergonomici eventualmente completati da sensori di processo (come alternativa alla completa automazione del processo, che aveva incontrato uno scarso apprezzamento da parte degli utilizzatori finali nel corso di progetti europei quali ENV 2C). Ciò consentirà, da una parte, di espandere la penetrazione del sistema al bacino nazionale ed europeo di imprese di restauro<sup>1</sup> e, dall'altra, di esplorare potenziali applicazioni industriali correlate a quelle nella conservazione dei beni storico-artistici.

Un ulteriore ambito di applicazione delle strumentazioni laser perseguito da TEMART è quello legato al rilievo delle opere d'arte, il quale ha incontrato però, sino a tempi recenti, ostacoli rilevanti nella complessità e nella durata delle procedure di misura, oltre che nella limitata flessibilità dell'apparecchiatura e nei suoi costi elevati. La possibilità da parte di TEMART di apportare un contributo innovativo si giustifica grazie alle competenze specialistiche sviluppate nel corso di un decennio da IFAC-CNR e da uno dei partner coinvolti, ScanSystems. Da un punto di vista tecnico, gli sviluppi previsti consistono nella messa a punto di tecniche di acquisizione multi-vista basate su: uso di dispositivi indipendenti di

<sup>1</sup> Come insegna l'esperienza di IFAC ed El.En. descritta nel capitolo precedente, uno dei principali ostacoli alla diffusione delle metodologie di pulitura basate su laser è rappresentata dalla necessità di 'convincere' i restauratori e le istituzioni di tutela della sua efficacia, scontrandosi con una certa resistenza improntata ad una predilezione per le tecniche di pulitura tradizionali. In questo senso, la validazione su molteplici casi di studio di natura diversa, insieme alla legittimazione derivante dal riconoscimento della comunità scientifica, costituisce un elemento fondamentale per l'affermazione di mercato delle nuove tecnologie.

controllo della posizione del sistema ottico e di algoritmi per la registrazione automatica delle singole scansioni, al fine di ridurre i tempi di applicazione; integrazione di un apparato optoelettronico per l'acquisizione del colore; riduzione dei disturbi ambientali attraverso il controllo dei parametri ottici, oltre che implementazione di software per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati.

Detta metodologia trova, all'interno di TEMART, un utile complemento nello sviluppo di videomicroscopi 3D a scansione di fuoco, costituiti da un gruppo ottico che comprende un obiettivo, uno zoom e una telecamera CCD di rilevazione dell'immagine, che viene quindi riprodotta su computer. Nell'ambito del precedente progetto «AUTHENTICO», l'IFAC-CNR ha sviluppato insieme a uno dei partner, Microconsult, uno strumento da laboratorio ad un costo di produzione contenuto. Le opportunità di miglioramento consistono, in questo caso, nell'implementazione di apparecchiature capaci di fornire micro-rilievi *in situ* di opere di varia natura (da gioielli a pareti affrescate) per scopi di autenticazione e verifica dello stato di conservazione e dell'efficacia dei processi di pulitura, consentendo una restituzione precisa dei dettagli cromatici. Ciò richiede, rispetto ai prodotti attualmente disponibili, una ridefinizione dell'apparato ottico e del sistema di illuminazione, con il successivo montaggio su uno stadio di traslazione di precisione e su un supporto meccanico versatile. Un ulteriore obiettivo è quello di implementare la possibilità di effettuare scansioni orizzontali, per ricavare il profilo tridimensionale di aree relativamente ampie, ricomponendo i rilievi forniti da diverse acquisizioni tramite un apposito software.

In generale, si evidenzia come TEMART miri, da un lato, a contribuire alla validazione e all'affinamento di tecnologie ad uno stadio avanzato di sviluppo, come quella del laser e, dall'altro, a favorire la crescita di metodologie di restauro in rapida evoluzione come le nanotecnologie e gli apparati biocidi, alla ricerca di sempre maggiori possibilità di integrazione.

### **3. Governance del progetto e composizione del partenariato: il consolidamento del cluster toscano dei beni culturali**

Per quanto riguarda gli aspetti dell'organizzazione e del coordinamento, la complessità delle tematiche affrontate da TEMART ne determinano l'elevato grado di articolazione della governance: il progetto è strutturato in quattro «obiettivi operativi» – coordinati da altrettanti leader – i quali si articolano, a loro volta, in un numero variabile di «compiti operativi» – presieduti anch'essi da un leader. Gli obiettivi operativi corrispondono alle quattro principali fasi del processo innovativo (allestimento di configurazioni tecnologiche; validazione delle nuove tecnologie; infrastruttura di servizi; ingegnerizzazione e trasferimento tecnologico), mentre ogni compito operativo si concentra su uno specifico campo applicativo (nel caso dell'Obiettivo 1),

su una determinata tipologia di manufatti e di servizi (nel caso del secondo e del terzo) o su una particolare funzione (come nel caso dell'Obiettivo 4).

Pur godendo di un elevato grado di autonomia nel coordinamento scientifico, nella pianificazione e nel monitoraggio delle attività e di una responsabilità diretta sui risultati, ogni leader di compito e di obiettivo è soggetto alla vigilanza e al coordinamento di IFAC-CNR, il quale è preposto ad assicurare la coerenza dell'intero progetto, il rispetto degli obiettivi e delle tempistiche oltre che di rendicontarne i risultati scientifici e amministrativi nei confronti del finanziatore, Regione Toscana. A tali scopi, il capofila è assistito da un comitato scientifico incaricato di garantire la regolare ed efficace comunicazione tra i partner.

È possibile osservare come la struttura organizzativa e di governance così individuata (fig. 3.3) sia rivolta, da un lato, a responsabilizzare tutti i partner valorizzandone al meglio le competenze specifiche e, dall'altro, a garantire la convergenza delle singole azioni e fasi del processo innovativo verso l'obiettivo comune di realizzare una piattaforma tecnologica integrata per la conservazione e valorizzazione dei beni culturali, da cui dipende l'autorevolezza del progetto nei confronti della comunità scientifica e del mercato.

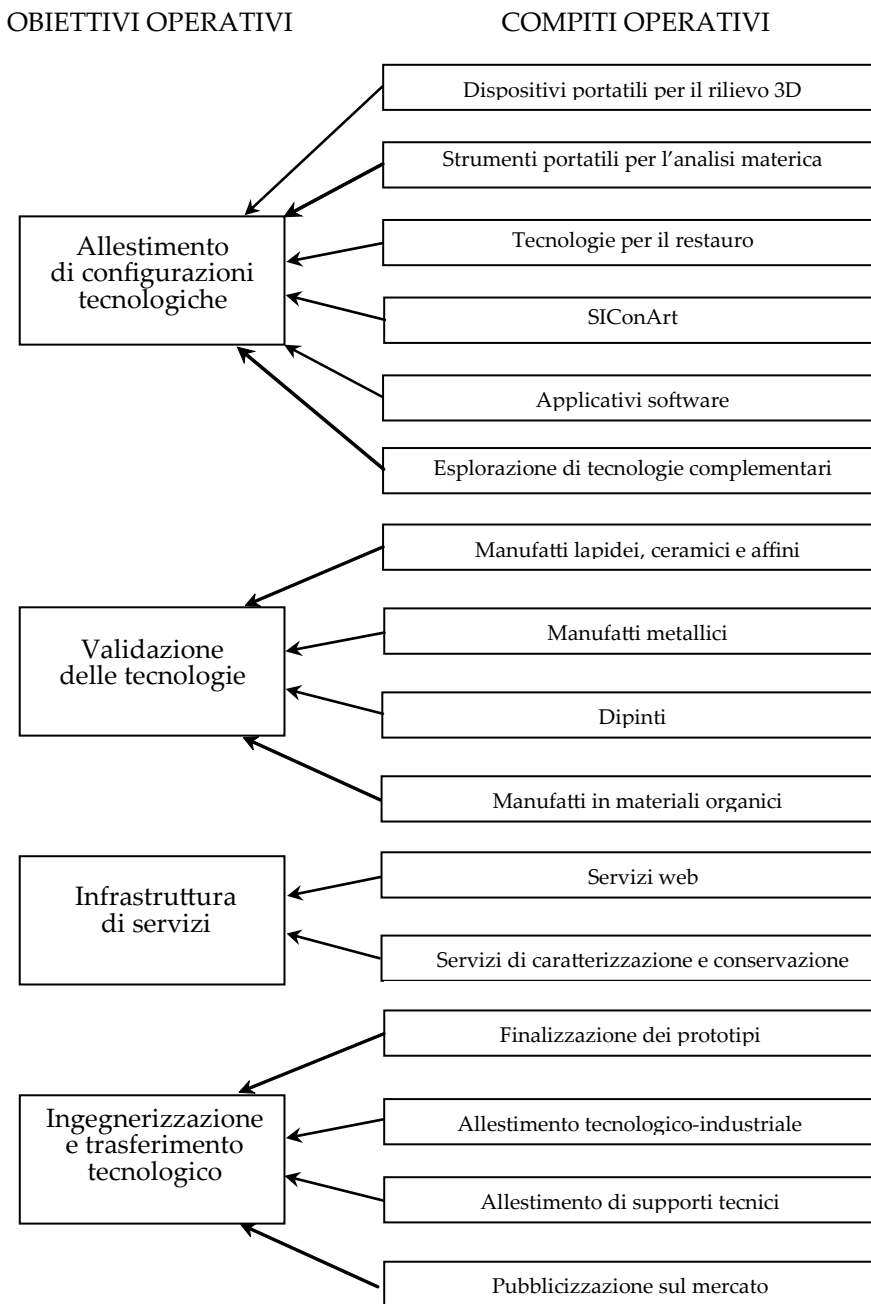
È opportuno sottolineare, a questo proposito, come la governance del progetto possa avvalersi dell'esistenza di relazioni pregresse tra alcuni dei partecipanti, cementate nell'arco di alcune delle iniziative descritte nel cap. 2. In particolare, l'IFAC-CNR, l'OPD e il gruppo El.En. costituiscono il nucleo del network identificato al par. 4.2, cap. 2. Di conseguenza, TEMART rappresenta l'occasione, da una parte, per l'ulteriore consolidamento delle relazioni reciproche e, dall'altra, per l'estensione dei rapporti di collaborazione a nuovi partner.

Il progetto segna, infatti, l'ingresso nella rete partenariale dei tre centri toscani che si sono affermati, nel corso dell'ultimo decennio, come protagonisti dei distinti filoni di ricerca applicata di avanguardia nell'ambito della conservazione dei beni culturali. In particolare, il Laboratorio di Tecniche Nucleari per i Beni Culturali dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN-LABEC) ha implementato, tra il 2003 e il 2011, tre progetti di ricerca – in collaborazione con le altre sedi nazionali dello stesso istituto – finalizzati alla progettazione e all'utilizzo di strumenti spettrometrici all'avanguardia (tra cui *l'accelerator mass spectrometry*) per l'analisi e la datazione dei manufatti artistici. Il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena (DSA-UNISI) rappresenta, invece, un punto di riferimento a livello nazionale per quanto riguarda la caratterizzazione petrografica, mineralogica e micromorfologica di manufatti lapidei, dipinti murali, reperti ossei e ceramiche, mentre il Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze (DC-UNIFI) possiede competenze di eccellenza nell'ambito dello sviluppo di nanomateriali e sistemi colloidali 'intelligenti' e della relativa applicazione ai manufatti artistici.

La selezione dei restanti membri del partenariato è stata guidata dall'esistenza di relazioni professionali e interpersonali pregresse (ben cinque dei



Fig. 3.3 – Articolazione del Progetto TEMART in obiettivi e compiti operativi.



Fonte: nostra elaborazione su CNR-IFAC (2010).

partecipanti sono costituiti, infatti, da spin-off degli istituti di ricerca coinvolti), che hanno permesso di identificare il potenziale apporto dei nuovi soggetti all'iniziativa.

La rete di attori può contare, in tal modo, su un considerevole capitale di fiducia e legittimazione reciproca. In particolare, i nuovi partner rispondono alla finalità di completare il quadro della ricerca applicata ai beni culturali in Toscana attraverso la costituzione della piattaforma tecnologica integrata, in un'ottica esplicitamente finalizzata – come dimostra la stessa formulazione degli obiettivi – all'espansione e al consolidamento del cluster tecnologico. Alcuni dei soggetti partecipanti a TEMART, inoltre, sono stati coinvolti nel progetto sulla base delle loro competenze plurisetoriali, che consentono di beneficiare del know-how sviluppato in ambiti correlati e di aumentare così la probabilità di identificare possibili applicazioni delle tecnologie ad altri campi – come quello già citato del biomedicale (gruppo El.En.) e del metalmeccanico (Microconsult) – attivando così spillover tecnologici e dinamiche di *cross-fertilization* a livello territoriale (cfr. cap. 1).

Dalla ricostruzione del processo di sviluppo delle tecnologie laser per la conservazione dei beni culturali in Toscana esposta nel cap. 2, e dalla successiva evoluzione segnata dal progetto TEMART, emerge dunque il profilo di un cluster creativo e tecnologico «a geometria variabile», la cui estensione geografica e disciplinare si misura sul numero e sulla varietà dei partecipanti ai singoli progetti, che può restringersi o espandersi a seconda delle direzioni assunte dal percorso di ricerca. Al suo centro permane un nucleo consolidato di soggetti innovatori al quale si aggregano ogni volta nuovi 'compagni di strada', che possono entrare a far parte, nell'arco del tempo, del cuore del cluster o limitarsi a percorrere insieme un tratto del cammino.

#### **4. Verso l'innovazione: prototipazione, trasferimento tecnologico e commercializzazione dei prodotti**

Un tema cruciale per lo studio dei processi di innovazione è sicuramente quello del passaggio dalla ricerca – di base o applicata – alla vera e propria innovazione, vale a dire alla messa sul mercato di un prodotto finito. TEMART rivela profili di particolare interesse in tale contesto.

Il progetto infatti copre le fasi che vanno dal set-up di prodotto, all'implementazione e validazione, al trasferimento tecnologico e alla disseminazione e promozione dei risultati presso l'utenza e la comunità scientifica. È possibile notare, dal confronto tra l'articolazione del progetto in obiettivi e compiti operativi riprodotta alla fig. 3.3 e il ruolo dei partner evidenziato nella tab. 3.1, come le fasi di allestimento e validazione tecnologica vedano il ruolo prevalente degli enti di ricerca, mentre quella di ingegnerizzazione e trasferimento tecnologico vede le imprese come principali protagoniste. Si realizza, in tal modo, una reale valorizzazione delle competenze di

Tab. 3.1 – Profilo sintetico dei soggetti partecipanti a TEMART e loro ruolo all'interno del progetto.

Attore	Ubicazione	Tipologia	Competenze	Contributo a TEMART
IFAC-CNR	Firenze	Organismo di ricerca	Strumentazioni laser per il restauro; tecniche fisiche per la caratterizzazione di materiali; archeometallurgia	Coordinatore di progetto Leader dell'Obiettivo Operativo 3 («Infrastruttura di servizi») Leader dei Compiti Operativi 1.2 («Strumenti portatili per l'analisi materica»), 2.2 («Manufatti metallici») e 3.2 («Servizi di caratterizzazione e conservazione»)
OPD, Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MiBAC)	Firenze	Ente pubblico; istituto centrale autonomo del MiBAC	È uno dei quattro istituti centrali del MiBAC, realtà di eccellenza nella conservazione di beni culturali	Leader dei Compiti Operativi 2.3 («Dipinti») e 2.4 («Manufatti in materiali organici»)
INFN-LABEC, Sezione di Firenze	Firenze	Organismo di ricerca	Applicazione della ricerca sui costituenti fondamentali della materia al campo dei beni culturali	Leader dei Compiti Operativi 1.6 («Esplorazione di tecnologie complementari») e 3.1 («Finalizzazione dei prototipi»)
DSA-UNISI	Siena	Organismo di ricerca	Caratterizzazione petrografica, mineralogica e micromorfologica di manufatti lapidei, dipinti murali, reperti ossei e ceramiche (subcontraente Dipartimento di Scienze della Terra)	Leader del Compito Operativo 2.1 («Manufatti lapidei, ceramici e affini»)
DC-UNIFI, Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase	Firenze	Organismo di ricerca	Sviluppo di aggregati molecolari intelligenti, sistemi colloidali e nanotecnologici applicati a vari settori, tra cui i beni culturali	Leader del Compito Operativo 1.3 («Tecnologie per il restauro»)
El.En.	Calenzano (Firenze)	Grande impresa	Sistemi laser per applicazioni industriali, biomedicali e ai beni culturali	Leader dell'Obiettivo Operativo 4 («Ingegnerizzazione e trasferimento tecnologico») e dei Compiti Operativi 4.2 («Allestimento tecnologico industriale»), 4.3 («Allestimento di supporti tecnici») e 4.4 («Pubblicizzazione sul mercato»)

Attore	Ubicazione	Tipologia	Competenze	Contributo a TEMART
Liberologico srl	S. Giuliano Terme (Pisa)	Piccola impresa	ICT, con specializzazione nelle applicazioni web e mobili	Leader dei Compiti Operativi 1.4 («SIConArt») e 3.1 («Servizi web»)
Net7	Pisa	Piccola impresa	ICT, con specializzazione nelle applicazioni web e software applicativi in vari settori, tra cui i beni culturali	Leader del Compito Operativo 1.5 («Applicativi software»)
ELab Scientific srl	Firenze	Piccola impresa, spin-off di IFAC-CNR	Tecnologie elettromagnetiche: prodotti e servizi innovativi in vari settori	
Microconsult srl	Sesto Fiorentino (Firenze)	Piccola impresa	Strumenti analitici ottici e optoelettronici; sistemi di automazione e misura dedicati al controllo di qualità in vari settori, tra cui i beni culturali	
ScanSystems srl	Cascina (Pisa)	Piccola impresa, spin-off dell'Università di Pisa	Sistemi ottici di misura e rilievo tri-dimensionali in vari campi applicativi, tra cui i beni culturali	Leader dell'Obiettivo Operativo 1 («Allestimento di configurazioni tecnologiche») e del Compito Operativo 1.1 («Dispositivi portatili per il rilievo 3D»)
ADARTE snc	Firenze	Piccola impresa	Indagini di diagnostica scientifica per la conservazione di beni storico-artistici	
XRD-Tools srl	Pisa	Piccola impresa	Sviluppo di prodotti e servizi nell'ambito delle tecnologie di diffrazione X	

Fonte: CNR-IFAC (2010: 16-19).

ciascun attore: gli enti di ricerca si focalizzano sulle fasi ad essi più congeniali, mentre le imprese vengono coinvolte nella traduzione delle tecnologie in prototipi e in prodotti commercializzabili intervenendo su elementi quali il design di prodotto, l'elettronica, i controlli di sicurezza e la realizzazione di manuali d'uso.

Il passaggio di trasferimento tecnologico non è da vedere, tuttavia, nel caso in esame, come una cesura corrispondente ad un definitivo 'passaggio di consegne' tra le due tipologie di soggetti, ma piuttosto come una delle fasi di un processo continuo, la cui coerenza è assicurata dall'effettiva e costante collaborazione tra gli attori. Come nel caso già visto dell'applicazione delle tecnologie laser alla pulitura delle opere d'arte, infatti, l'interazione tra gli organismi di ricerca e le imprese si mantiene ad un livello elevato: i primi si impegnano a condividere le proprie competenze in tutto l'arco del processo innovativo, mentre le seconde svolgono la funzione di ancorare la ricerca industriale alla soluzione di problemi concreti e di assicurare il collegamento con le esigenze della domanda, in un'ottica *user-centred*.

Per quanto riguarda il collegamento tra il cluster e il mercato, infine, esso si concretizza non solo nella commercializzazione dei singoli prodotti, ma anche nell'implementazione dell'infrastruttura di servizi congiunta IS-TEMART. Quest'ultima, tuttavia, a differenza della prima non perseguirà finalità di lucro e sarà gestita in modo centralizzato: ad ogni richiesta di prestazione di servizi inoltrata direttamente, o nell'ambito di una convenzione o contratto di ricerca (laddove siano coinvolti gli organismi di ricerca), il coordinatore del progetto IFAC-CNR individuerà una task force tematica composta sia da soggetti aderenti al progetto che da esperti esterni, incaricata di sviluppare il servizio e di rendere conto dei risultati.

È opportuno precisare che il servizio erogato da IS-TEMART non intende coprire l'intero processo di restauro, ma prevede piuttosto la prestazione di una consulenza preliminare e l'effettuazione di test in loco, i quali permettono agli utenti di individuare le modalità di restauro più adeguate e, al fornitore, di validare la tecnologia su casi di studio differenziati. Tale modalità operativa unisce ancora una volta i benefici di un coordinamento unitario e di un'elevata flessibilità operativa, al fine di intercettare e soddisfare in maniera efficace le esigenze di una domanda altamente qualificata e differenziata; in particolare, la possibilità di sfruttare convenzioni e rapporti di collaborazione scarsamente formalizzati consentirà di instaurare relazioni fruttuose con utenti di natura sia pubblica che privata.

## 5. Riflessioni conclusive

Il presente capitolo ha avuto come oggetto una breve panoramica del progetto TEMART, al cui interno sono stati analizzati, in particolare, gli avanzamenti apportati allo sviluppo delle tecnologie laser per il restauro.

L'elemento di particolare interesse per la presente analisi è rappresentato, tuttavia, dalla convergenza tra molteplici ambiti scientifico-tecnologici applicati alla tutela e valorizzazione del patrimonio artistico, che si sono sviluppati nella regione toscana nell'arco dell'ultimo decennio. Le competenze specialistiche messe in campo dai partecipanti al progetto forniscono l'input per l'implementazione dell'innovativo SIConArt, che intende offrire una soluzione integrata alle molteplici problematiche diagnostiche, conoscitive e conservative relative ai beni culturali. Un ulteriore elemento di innovazione è rappresentato dall'infrastruttura di servizi congiunta IS-TEMART, che si propone di rendere fruibili i prodotti del gruppo di ricerca ad un'ampia platea di utilizzatori finali dotati di richieste ed esigenze.

Tali profili innovativi di TEMART corrispondono ad altrettanti aspetti di complessità organizzativa e gestionale, che determinano il livello di articolazione della struttura di governance.

Nell'ambito del percorso descritto nel presente volume, il caso di studio si configura come una tappa significativa per il consolidamento del cluster fiorentino del restauro. Le esperienze di ricerca e di collaborazione analizzate al cap. 2 hanno offerto ai soggetti coinvolti la possibilità non solo di identificare e sviluppare le tecnologie con un maggior potenziale di efficacia, ma anche di riconoscere gli interlocutori più idonei a condividere un obiettivo di lungo termine – l'innovazione nella salvaguardia del patrimonio artistico – nonché dotati delle competenze necessarie per perseguirlo. TEMART si colloca, dunque, al centro del processo di espansione del network del restauro che verrà descritto nel cap. 4.

In questo senso, il progetto TEMART potrà rivelarsi capace di tenere viva una conversazione interdisciplinare e di attivare una proficua *cross-fertilization* tra linguaggi settori diversi, anche grazie alla stretta interazione con la domanda, con la possibilità di aprire ulteriori prospettive di innovazione.



## Secondo studio sui cluster creativi

L'analisi dei progetti innovativi sulle tecnologie per i beni culturali in Toscana\*

### I. Premessa

In questo capitolo proseguiamo con l'applicazione dell'approccio della Capacità Creativa della Cultura (CCC) presentando i principali risultati di un secondo studio sulle tecnologie per i beni culturali in Toscana. In questa seconda analisi ampliamo il contesto di riferimento, analizzando non solo il restauro tramite laser, ma tutti i progetti innovativi di R&S in materia di beni culturali, come per esempio i progetti collegati alle nuove tecnologie per l'informazione e la comunicazione (ICT) per la visualizzazione grafica delle opere d'arte. Di conseguenza, anche l'area geografica di osservazione viene a estendersi da Firenze alla Toscana.

Partendo quindi dal modello della CCC e dalla città d'arte intesa come ambiente creativo, attraverso l'identificazione e l'analisi delle relazioni fra gli attori del cluster per i beni culturali in Toscana, abbiamo testato con successo il nostro modello attraverso l'applicazione delle analisi reticolari. Fermi restando i limiti della prospettiva seguita e dei progetti presi in considerazione, sembra che i risultati della nostra analisi confermino la presenza di un nucleo strategico di attori creativi nelle tecnologie per i beni culturali e che la Toscana sia stata a tutti gli effetti una regione creativa e un ambiente favorevole allo sviluppo di innovazioni in molti campi (laser, ICT, chimica ecc.).

\* Si ringraziano Tommaso Cinti per il contributo sull'analisi con la *Social Network Analysis* e Andrea Sartori per l'aiuto nella raccolta dati e la costruzione del database.



Il presente studio si inserisce, inoltre, nel contesto delle recenti politiche della Regione Toscana per la razionalizzazione del sistema di ricerca e trasferimento tecnologico sui beni culturali, attraverso la costituzione del «Distretto Tecnologico per le tecnologie dei Beni Culturali e della Città Sostenibile» (DTBcCs) in Toscana. Lo studio permette di evidenziare un primo *core* di soggetti del neonascente distretto tecnologico, confermando le prerogative di creatività della nostra regione, favorite dalla dotazione di un patrimonio artistico e culturale locale. Tali aspetti forniscono un ulteriore sostegno all'approccio adottato.

Il capitolo è così strutturato. Nel prossimo paragrafo si introducono le recenti politiche e iniziative regionali sul DTBcCs in Toscana. Il par. 3 presenta il disegno di ricerca e la metodologia di analisi seguita. Il par. 4 presenta brevemente i progetti analizzati presentandone le principali caratteristiche, mentre il par. 5 verte sullo studio delle relazioni fra gli attori del cluster dei progetti finanziati attraverso la tecnica della *Social Network Analysis* (SNA). Una riflessione conclusiva sintetizza i principali risultati raggiunti.

## 2. Il DTBcCs della Regione Toscana: un quadro di riferimento

La razionalizzazione, la riorganizzazione e il potenziamento del sistema regionale di trasferimento tecnologico e innovazione del sistema produttivo toscano sono al centro di un processo cui la Regione sta lavorando da tempo e che si sta concretizzando negli ultimi anni in una serie di provvedimenti importanti come il Bando sulla Rete degli Incubatori del 2010, il Bando sui Poli di Innovazione del 2011 e, l'ultimo in ordine temporale, il Bando per la creazione di Centri di competenza<sup>1</sup> del 2011.

L'attività della Regione in questo settore è cruciale, in una situazione complessa caratterizzata dalla presenza di un numero eccessivo di soggetti e da un'eccessiva frammentazione delle strutture del trasferimento tecnologico.

Rientra in questo contesto di interventi il nascente organismo del Distretto regionale per le tecnologie dei Beni Culturali e della Città Sostenibile, come definito dalla DGR 539/2011, e il suo organismo operativo, il Polo di Innovazione per le Tecnologie della Città Sostenibile (POLIS).

Secondo il contributo della Regione Toscana, DGR 705/2011<sup>2</sup>, i Distretti Tecnologici (DT) sono dei veri e propri strumenti di *policy*, dotati di forma giuridica e di un organo di gestione, e hanno l'obiettivo di sviluppare

<sup>1</sup> Si tratta di infrastrutture avanzate per servizi qualificati a favore delle imprese, come centri di ricerca, laboratori, centri di prove e test, incubatori e centri servizi.

<sup>2</sup> Tale documenti riprende in parte anche la definizione di DT del Programma Nazionale della Ricerca, 2010-2012 (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca 2010).

e consolidare la competitività di un territorio attraverso attività di ricerca e innovazione.

I DT devono individuare le direttrici di sviluppo di una determinata area tecnologica e accompagnare il territorio in un processo di rafforzamento delle attività di R&S. La Regione Toscana sottolinea che i DT devono: focalizzarsi su un numero limitato e ben definito di tematiche tecnologiche; avere necessariamente una dimensione internazionale, raccordandosi e inserendosi in altre reti nazionali e internazionali; dimostrare di essere capaci di attrarre capitali privati (in modo da ridurre la dipendenza dalla finanza pubblica); dotarsi di una configurazione giuridica definita, con un'organizzazione dedicata.

Inoltre è compito principale dei DT definire: un studio di fattibilità in cui delineare i rapporti con il territorio; un modello di governance; un piano di sviluppo a livello tecnologico.

La definizione del DT della Regione Toscana richiama la definizione del Programma Nazionale della Ricerca, 2010-2012 del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR 2010). In questo testo, il DT deve operare secondo dinamiche internazionali, assicurando l'acquisizione a livello globale delle conoscenze e delle tecnologie più avanzate e il loro impatto locale sui territori di riferimento. Per questo motivo esso deve esprimere programmi strategici di ricerca, di sviluppo tecnologico e di innovazione coerenti con le agende strategiche di riferimento a livello europeo e globale, e in linea con i programmi di sviluppo e innovazione nazionali e internazionali.

In questo panorama POLIS è stato identificato, con Decreto Regionale del giugno 2011, come polo di riferimento e segreteria tecnica del DTBcCs. Alla data odierna, POLIS ha aggregato e coinvolto oltre trecento soggetti, tra imprese, organismi di ricerca e centri servizi ed enti da tutta la Toscana, in tre filoni di ricerca<sup>3</sup>, incluso il tema dei beni culturali con oltre 80 soggetti. Questo cluster di imprese rappresenta un primo passo verso il consolidamento di un DT per i beni culturali.

A fronte di questo contesto politico, riteniamo sia necessario investigare quali sono gli attori operanti nelle tecnologie dei beni culturali per evidenziare un primo *core* di soggetti del DTBcCs e proporre una prima analisi di tale contesto.

Lo scopo del capitolo è quindi di approfondire le dinamiche di network del cluster delle tecnologie sui beni culturali in Toscana, al fine di far emergere un primo *core* di attori del nuovo organismo regionale del DTBcCs. La ricerca analizza 33 progetti che hanno attirato oltre 12 milioni di euro in Toscana,

<sup>3</sup> I settori di intervento di POLIS sono tre: a) mobilità, gestione dei flussi e organizzazione dei processi di trasporto; b) beni culturali, conservazione, gestione e fruizione; c) edilizia sostenibile, nuovi materiali per l'edilizia, sistemi energetici. Al momento attuale POLIS vede aggregati oltre trecento soggetti. Cfr. <<http://www.polis-toscana.it>>.

sviluppati in oltre quindici anni con finanziamenti sia a livello regionale, che nazionale e internazionale, e permette di evidenziare gli attori più importanti nel campo delle applicazioni tecnologiche ai beni culturali in Toscana.

### 3. Disegno e metodologia della ricerca

Questo secondo studio rappresenta lo sviluppo del lavoro precedente che ha avuto a oggetto lo studio del cluster del restauro laser a Firenze e l'analisi di dodici progetti su R&S per l'innovazione sul restauro dei beni culturali, selezionati attraverso il metodo dello *snowball sampling* (Goodman 1961) e analizzati attraverso la metodologia della SNA.

In questo secondo studio sono stati aggiunti ai precedenti ventuno ulteriori progetti di R&S, identificati adottando la stessa metodologia di analisi. L'attore da cui ha preso l'avvio la selezione del processo è il direttore dell'IFAC-CNR, dottor Renzo Salimbeni. Gli altri attori che sono stati interpellati per via telematica sono i soggetti che hanno condiviso la proposta elaborata dall'IFAC-CNR per un DT per i beni culturali, riportata nell'Appendice 2<sup>4</sup>. Si tratta dei coordinatori dei progetti attivi negli ultimi due anni in materia di tecnologie dei beni culturali in Toscana. Sono state raccolte, in particolare, le informazioni inviate da venti ricercatori afferenti a quattordici istituzioni, fra università, centri di ricerca e imprese (cinque istituti del CNR, otto università e un'impresa)<sup>5</sup>.

Sono stati presi in esame i progetti innovativi relativi alle tecnologie per i beni culturali in senso lato (tecnologie per la protezione, conservazione, documentazione, fruizione e valorizzazione dei beni culturali) così come sono

<sup>4</sup> La proposta in oggetto è stata presentata per la prima volta al convegno *Europa 20: Innovazione nel mediterraneo edilizia eco-sostenibile e distretti dei patrimoni culturali. Governance, esperienze e progetti*, Firenze, 26-28 gennaio 2011 (cfr. Salimbeni 2011). Questa proposta è stata poi inviata alla Regione Toscana ed è stata presa in considerazione durante il processo che ha portato all'elaborazione del costituendo DTBcCs.

<sup>5</sup> Hanno inviato informazioni venti soggetti facenti capo a quattordici istituzioni fra enti di ricerca, università e imprese. Si tratta di una prima raccolta che non esaurisce la totalità dei progetti: Renzo Salimbeni, Salvatore Siano, Marcello Piccolo, Valentina Raimondi, Roberto Olmi dell'IFAC-CNR; Piero Frediani dell'Istituto di Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali (ICVBC-CNR); Giuseppe Amato e Roberto Scopigno dell'Istituto per la Scienza e Tecnologia dell'Informazione (ISTI-CNR); Luca Pezzati dell'Istituto Nazionale di Ottica (INO-CNR); Nicola Macchioni dell'Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree (IVALSA-CNR); Mauro Matteini, Progetto ST@RT; Piero Baglioni del Consorzio interuniversitario per lo Sviluppo dei sistemi a Grande Interfase (CSGI-UNIFI); Maria Perla Colombini del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa (DCCI-UNIP); Alessandro Mecocci del Dipartimento di Ingegneria Informatica dell'Università di Siena (DII-UNISI); Marco Giannello del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena (DSA-UNISI); Pierandrea Mandò del Laboratorio di Tecniche Nucleari per i Beni Culturali dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN-LABEC); Umberto Parrini della Scuola Normale di Pisa (SNS-LARTTE); Massimo Bergamasco e Marcello Carrozzino del Laboratorio di Robotica Percettiva della Scuola Superiore Universitaria San'Anna di Pisa (PERCRO-SSSUP).

state individuate dal costituendo DTBcCs<sup>6</sup>. Oltre alle tecnologie laser per il restauro e la conservazione sono stati dunque immessi nel database progetti afferenti all'ambito delle nanotecnologie, della chimica dei materiali, delle tecniche per l'autenticazione e il restauro, e delle nuove tecnologie ICT.

Nel complesso sono stati analizzati 33 progetti che coprono un arco temporale di oltre quindici anni (1995-2011). Dal punto di vista geografico l'analisi è stata svolta a livello regionale e, in particolare, ha coinvolto oltre all'area fiorentina e senese anche quella pisana.

La ricerca si è protratta nel corso di tutto l'anno 2011 e si è sviluppata attraverso interviste dirette (febbraio-maggio) e la somministrazione di un questionario postale via web (giugno-ottobre 2011) al fine di raccogliere le informazioni su tutti i progetti finanziati sulle tecnologie per i beni culturali a livello regionale, nazionale e internazionale. Il modulo utilizzato per la schedatura dei progetti è lo stesso che abbiamo impiegato nel primo studio.

Per analizzare le dinamiche di network degli attori coinvolti, il database è stato organizzato in modo funzionale all'applicazione della SNA (Wasserman e Faust 1994) con l'obiettivo di porre in rilievo le relazioni intersoggettive derivanti dalla comune partecipazione ai progetti.

Per ciascun attore, oltre all'informazione sui progetti a cui ha preso parte, sono stati rilevati determinati attributi, finalizzati sia ad una maggiore specificazione del soggetto sia all'elaborazione di alcune statistiche descrittive: contributo finanziario ricevuto, sede, tipologia (centro di ricerca, impresa, università, ente ecc.), area di competenza.

Nella tab. 4.1 si presentano brevemente i progetti analizzati, indicando il periodo di realizzazione, il coordinatore, il tema e il budget totale.

#### 4. Analisi dei progetti

I progetti analizzati hanno raccolto oltre 69 milioni di euro nel periodo progettuale, che va dal 1995 ad oggi, con la precisazione che alcuni sono tuttora in corso di realizzazione e saranno completati nei prossimi anni.

Come si evince dalla tab. 4.1, i progetti risultano molto eterogenei sia per quanto riguarda l'ente erogatore che il budget richiesto e la numerosità dei partner coinvolti. Vediamo nello specifico le caratteristiche dei progetti analizzati.

Innanzitutto, gli attori analizzati hanno presentato progetti sul restauro e sulla valorizzazione dei beni culturali in bandi tipo regionale, nazionale e internazionale. I progetti con un maggior numero di partner sono il progetto della COST Action G7 – già analizzato nella precedente analisi – che ha coinvolto 35 attori e DELOS, che ha coinvolto oltre 40 soggetti ed è stato

<sup>6</sup> Cfr. DGR 603/2010, integrata con DFR 87/2011 e DGR 131/2011 nella quale si prevede la costituzione dei distretti fra cui quello del DTBcCs.

Tab. 4.1 – I 33 progetti analizzati.

Titolo progetto	Acronimo	Bando	Ente erogatore	Coordinatore	Periodo	N. partner	Costo totale (M€)
Tools and Expertise for 3D Collection Formation	3DCOFORM	FP6IST	Comunità Europea	University of Brighton, UK	2008-2012	19	11,31
Advanced Search Services and Enhanced Technological Solutions for the European Digital Library	ASSETS	ICT-PSP call identifier CIP-ICT PSP 2009-3	Comunità Europea	Engineering Ingegneria Informatica	2010-2012	24	5,31
Authentication methodologies for metal artefacts based on material composition and manufacturing techniques	AUTHENTICO	FP6	Comunità Europea	European Jewellery Technology Network	2007-2009	10	1,12
Conservazione Preventiva dell'Arte Contemporanea	COPAC	PAR FAS 2007-2013 Linea di Azione I.I.a.3	Regione Toscana	Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM)	2011-2013	3	1,60
Artworks Conservation by Laser	COST Action G7	COST Action G7	Comunità Europea	FORTH-IESL (2000-2006)	2000-2006	35	0,60
Advanced On-site Restoration Laboratory for European Antique Heritage Restoration	CULTURA 2000-2003	Programma Quadro «Cultura2000»	Comunità Europea	National Museum of History and Archaeology (Constanta)	2003-2004	5	0,40
Saving sacred relics of European Medieval Cultural Heritage	CULTURA 2000-2005	Programma Quadro «Cultura2000»	Comunità Europea	National Institute of Research and Development for Optoelectronics	2005-2006	5	0,37

Titolo progetto	Acronimo	Bando	Ente erogatore	Coordinatore	Periodo	N. partner	Costo totale (M€)
Cultural Heritage & Tourism Store per il Management di servizi applicativi a valore aggiunto	CUSTOM	POR-CREO-FESR 2007-2013 Bando unico R&S 2008	Regione Toscana	Telecom Italia SpA	2010-2012	5	1,99
Developments in Analytical Nuclear Techniques	DANTE	Commissione INFN	INFN	INFN Sezione di Firenze	2006-2008	3	0,26
DELOS: a Network of Excellence on Digital Libraries	DELOS	FP6 IST	Comunità Europea	ISTI-CNR	2004-2007	47	15,38
FAsci Rarefatti in Esterno	FARE	Commissione INFN	INFN	INFN Sezione di Firenze	2009-2011	2	0,97
Monitoraggio dell'Accuratezza e della Riproducibilità nelle Analisi di Spettrometria di Massa con Acceleratori	MARASMA	Commissione INFN	INFN	INFN Sezione di Firenze	2006-2008	1	0,06
Metodologie Applicative per Studi di Arte e Inquinamento	MASAI	Commissione INFN	INFN	INFN Sezione di Firenze	2003-2005	6	0,25
Multilingual/Multimedia Access To Cultural Heritage	MULTIMATCH	FP6 IST	Comunità Europea	ISTI-CNR	2006-2008	10	4,26
OPTOCANTIERI	OPTOCANTIERI	PRAL-ITT 2002-2004	Regione Toscana	IFAC-CNR	2002-2004	23	0,50
Strategy for the Preservation of plastics artefacts in museums collections	POPART	FP7 ENVIROMENT	Comunità Europea	CRCC-CNRS (Francia)	2008-2012	12	2,92
Polo di Innovazione per le Tecnologie della Città Sostenibile	POLIS	Bando 1.2 Poli di Innovazione	Regione Toscana	Fondazione per la Ricerca e l'Innovazione, Università di Firenze	2011-2014	7	1,00

Tab. 4.1 – *segue*.

Titolo progetto	Acronimo	Bando	Ente erogatore	Coordinatore	Periodo	N. partner	Costo totale (M€)
Sviluppo di metodologie e sistemi di pulitura laser nel restauro conservativo di manufatti artistici	PROGFIN	Progetto finalizzato CNR «Beni Culturali» 1996-2001	CNR	IFAC-CNR	1996-1999	1	0,23
Tecniche di fotoablazione nel restauro conservativo	PROGSTRAT	Progetto strategico CNR 1995	CNR	IFAC-CNR	1995	1	0,23
The Museum of Pure Form	PUREFORM	FP5 IST	Comunità Europea	PERCRO-Scuola Superiore Sant'Anna	2001-2004	9	1,92
Riduzione dell'Incertezza nelle Datazioni Archeometriche Geologiche e in Misure Ambientali	RIDAGMA	Commissione INFN	INFN	INFN Sezione di Firenze	2009-2011	4	0,28
Riflettometria a Microonde per la Diagnostica di Beni Artistici	RIMIDIA	POR CreO FESR 2007-2013 Attività 1.1, Linea di intervento D	Regione Toscana	DET-Università di Firenze	2010-2012	7	0,20
Cantiere pilota «Pulitura della facciata della Chiesa di San Frediano a Pisa»	RIS + Cantiere	RIS + Toscana 2000-2001	Regione Toscana	Restauro Italia srl	2000	8	-
Sistema Laser a Neodimio: YAG per il restauro di manufatti metallici	RIS + Prototipo	RIS + Toscana 2000-2001	Regione Toscana	IFAC-CNR	2000	4	0,13
Tecniche e sistemi laser per il restauro dei beni culturali	RRAT-1	RRAT-1 1997-2000	Regione Toscana	IFAC-CNR	1998	6	0,22

Titolo progetto	Acronimo	Bando	Ente erogatore	Coordinatore	Periodo	N. partner	Costo totale (M€)
Apparecchiatura laser per il restauro conservativo di strati pittorici e manufatti artistici	RRAT-2	RRAT-2 1997-2000	Regione Toscana	CEO	1998	6	0,17
ST@RT	ST@RT	Fondi CIPE	Regione Toscana	INOA-CNR	2008-2010	12	3,63
Tecniche innovative per la Diagnosi e il Trattamento di BIODeteriogeni in ambito ARTistico e Archeologico	TDT-BIOART	POR CreO FESR 2007-2013 Attività 1.1, Linea di intervento D	Regione Toscana	Laboratori ARCHA stl	2009-2010	6	0,20
Tecniche avanzate per la conoscenza materica e la conservazione del patrimonio storico-artistico	TEMART	POR CreO FESR 2007-2013 Attività 1.1, Linea di intervento D	Regione Toscana	IFAC-CNR	2010-2012	13	-
The Virtual City	V-CITY	FP7 IST	Comunità Europea	CS-SI (Francia)	2008-2011	7	3,76
Virtual Heritage: High-Quality 3D Acquisition and Presentation	VIHAP3D	FP6 IST	Comunità Europea	Max Plank MPII (Germania)	2002-2005	6	2,47
Visual Support to Interactive Tourism in Tuscany	VISITO Tuscany	POR CreO FESR 2007-2013 Attività 1.1, Linea di intervento D	Regione Toscana	ISTI-CNR	2009-2011	4	3,83
Virtual Museum Transnational Network	V-MUST.NET	FP7 IST	Comunità Europea	CNR	2011-2015	20	5,06

Fonte: nostra elaborazione.



coordinato dall'Istituto per la Scienza e Tecnologia dell'Informazione (ISTI-CNR). Entrambi sono stati presentati su bandi della Commissione Europea.

All'interno dei progetti analizzati è presente anche il progetto POLIS, recentemente finanziato, che risulta strettamente collegato al neonascete DTBcCs della Toscana ed è coordinato dalla Fondazione per la Ricerca e l'Innovazione dell'Università di Firenze.

Su 33 progetti presentati, oltre 24 sono stati coordinati da attori localizzati nella regione toscana, evidenziando buone capacità organizzative e di governance da parte dei soggetti regionali. Tale dato è in parte legato alla localizzazione in Toscana del patrimonio artistico e culturale oggetto dei progetti, che ha motivato il coordinamento a livello locale. Tuttavia, si evidenzia una buona intraprendenza degli attori locali nelle progettualità sviluppate.

Per quanto riguarda gli enti erogatori dei finanziamenti, 13 progetti sono stati presentati alla Comunità Europea, mentre altri 13 sono stati presentati alla Regione Toscana. Pochi altri progetti sono stati invece presentati a enti specifici come quelli presentati al CNR nazionale o all'Istituto di Fisica Nazionale.

Il nuovo database comprende anche un nuovo gruppo di progetti realizzati a livello internazionale. Si ricorda, infatti, che nel primo studio il network era prevalentemente incardinato su progetti regionali e vi era solo un progetto europeo (appunto la COST Action G7).

I temi portanti e gli obiettivi dei progetti finanziati sono molto eterogenei, anche se risulta possibile individuare delle tematiche comuni. Oltre ai progetti incentrati sullo sviluppo delle tecnologie laser, già inclusi nel database utilizzato nell'analisi precedente, si possono distinguere due filoni di progetti:

- Un numero di progetti finalizzati allo sviluppo di tecnologie avanzate per il restauro dei beni culturali, che afferiscono soprattutto alle scienze dei materiali, di cui perseguiscono la validazione e l'estensione a nuovi campi applicativi. Si segnalano al loro interno i numerosi progetti condotti dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN (DANTE, FARE, RIDAGMA, MARASMA e MASAI) che vertono sullo sviluppo di strumenti spettrometrici all'avanguardia (tra cui l'*accelerator mass spectrometry*) per l'analisi materica delle opere. I progetti COPAC e POPART si propongono, invece, l'estensione delle metodologie di analisi della materia alla conservazione preventiva e al restauro delle opere d'arte contemporanea, interessate da problematiche di diagnostica e manutenzione in parte analoghe a quelle antiche.
- Una serie di progetti finanziati prevalentemente tramite bandi della Comunità Europea, finalizzati all'applicazione delle nuove tecnologie (ICT) alla digitalizzazione dei beni culturali. L'estensione di tali applicazioni è assai ampia e spazia dalla creazione di biblioteche digitali (ASSETS e DELOS), di motori di ricerca specialistici sui beni culturali

(MULTIMATCH), di tecniche avanzate di visualizzazione tridimensionale di beni culturali (VIHAP3D), ambienti urbani (V-CITY) e ambienti museali (PUREFORM e V-MUST.NET). In tale ambito, riveste un particolare interesse il progetto europeo 3DCOFORM – la cui chiusura è prevista per la fine del 2012 – il quale si propone un avanzamento complessivo dello stato dell’arte della cattura e processazione di immagini tridimensionali, dando vita ad un Centro Virtuale di Competenze di carattere internazionale su tali materie. I due progetti regionali in area ICT, CUSTOM e VISITO Tuscany si focalizzano invece in maniera specifica sulla fase di valorizzazione e comunicazione del patrimonio culturale, attraverso la sperimentazione di piattaforme di servizi applicativi per la conoscenza e la promozione dei beni culturali e per la commercializzazione dei servizi turistici.

Tali gruppi di progetti esprimono, sia per la natura degli ambiti scientifico-disciplinari coinvolti che per gli obiettivi delle applicazioni, percorsi di R&S differenti, ma complementari: mentre il primo insiste principalmente sulle fasi della diagnostica, della conservazione e del restauro, il secondo si concentra, infatti, su quelle della valorizzazione e della diffusione. Il campione di progetti incluso nel database risulta, dunque, rappresentativo di una ricca gamma di iniziative e competenze, che convergono verso il traguardo complessivo della conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale, inteso nella sua accezione più ampia.

In tale contesto, il progetto *TEMART*, già analizzato nel cap. 3, si segnala per l’obiettivo di comporre gli apporti dei diversi filoni di R&S sui beni culturali (optoelettronica, fisica nucleare, nanomateriali, ICT) al fine della creazione di una piattaforma integrata per la diagnostica, conservazione e valorizzazione dei beni culturali. Esso si colloca dunque idealmente all’intersezione tra i due gruppi di progetti sopra individuati.

## **5. Il cluster delle tecnologie per i beni culturali in Toscana**

Come nel par. 4 del cap. 2, approfondiamo in questa sezione il network emerso dall’applicazione della SNA, evidenziando il ruolo degli attori chiave nel processo innovativo e nell’attivazione delle risorse umane, tecniche, scientifiche, finanziarie e relazionali.

Questa sezione è organizzata come segue: nel par. 5.1 saranno presentate alcune statistiche descrittive inerenti i soggetti coinvolti nei progetti, elaborate a partire dai dati su sede, tipologia (centro di ricerca, impresa, università, ente ecc.), contributo finanziario ricevuto, area di competenza; nel par. 5.2 rappresenteremo le interconnessioni tra gli attori e riporteremo alcuni indici sulla loro centralità nel network; il par. 5.3 avrà come oggetto l’analisi grafica delle reti.

## 5.1 I principali caratteri del network

I 33 progetti selezionati hanno coinvolto complessivamente 223 attori per un totale di 324 partecipazioni<sup>7</sup>.

Una prima informazione di particolare interesse ai nostri fini ci viene data dalla localizzazione dei soggetti (tab. 4.2). A differenza del primo studio, si aggiungono all'analisi le altre province toscane e si rileva una presenza più marcata degli attori internazionali. Infatti, gli attori europei sono circa la metà (48,6%), seguiti dagli attori localizzati in Toscana con il 39%. Il 25% degli attori sono localizzati a Firenze, mentre il 14% circa sono localizzati nelle altre province della regione. L'area di Pisa assume un ruolo particolarmente importante con 30 attori, pari a circa il 9,23% del totale.

Tab. 4.2 – Distribuzione degli attori per sede.

Sede	Valore assoluto	Valore percentuale
Europa	157	48,46
Firenze	80	24,69
Toscana	45	13,89
Italia	36	11,11
Paesi extraeuropei	6	1,85
Totale	324	100,00

Fonte: nostra elaborazione.

L'analisi della tipologia degli attori (tab. 4.3) ci conferma che nelle attività progettuali hanno avuto notevole peso sia i centri di ricerca, che le università e le imprese. Complessivamente, questi tre gruppi coprono circa l'80% di tutti gli attori, con una netta prevalenza del mondo della ricerca (53% sul totale), seguito da quello imprenditoriale (20%), che comprende sia le PMI che le grandi imprese.

La relativa marginalità del mondo delle imprese può essere spiegata dall'obiettivo dei progetti di R&S, dove le imprese partecipavano quasi esclusivamente come validatori finali. In valori assoluti, le PMI sono 56, mentre le grandi imprese sono 11, un numero coerente con la struttura industriale toscana, caratterizzata principalmente da PMI.

È da notare il peso degli enti locali con il 15% di presenza, dovuto al coinvolgimento di soggetti che mettono a disposizione il patrimonio artistico e culturali per i test e le prove (Comuni, Province ecc.) fungendo da utilizzatori finali delle tecnologie.

<sup>7</sup> La differenza tra i due valori è determinata dal fatto che ogni attore può partecipare a più di un progetto.

Tab. 4.3 – Distribuzione degli attori per tipologia.

Tipologia	Valore assoluto	Valore percentuale
Centro ricerca	103	31,79
Università	90	27,78
Piccola e media impresa	56	17,28
Ente locale/Ente pubblico	48	14,81
Grande impresa	11	3,40
Centro servizi	9	2,78
Altro	7	2,16
Totale	324	100,00

Fonte: nostra elaborazione.

Sul fronte delle competenze messe in campo (tab. 4.4), è opportuno innanzitutto ricordare come i singoli attori siano stati classificati sulla base del loro contributo nel progetto, invece che sul loro generico settore di attività.

Il settore delle ICT per la digitalizzazione del patrimonio culturale, nuovo in confronto al primo studio, è l'area che vede una maggior partecipazione, con oltre 84 soggetti, pari a circa il 26% del database; ad esso segue il settore della conservazione che raggruppa oltre 40 attori, circa il 12%.

L'optoelettronica, che nello studio precedente era il settore più popolato, si assesta ora a 33 attori, pari al 10% dei soggetti partecipanti. Poiché numerosi progetti sono dedicati specificamente alla visualizzazione 3D, si sono tenute distinte le relative competenze da quelle generiche sulle tecnologie informatiche: mentre queste registrano da sole un numero consistente di 30 attori, le ICT raccolgono complessivamente oltre il 35% degli attori.

Seguono poi le altre competenze come la fisica, con 25 attori (7,7%), e altre di carattere umanistico, come il restauro con il 7,4% e i musei con il 4,3%. La scarsa consistenza di quest'ultima categoria deriva dal fatto che spesso i musei hanno partecipato ai progetti esclusivamente in qualità di proprietari dei beni artistici su cui testare le nuove tecnologie. Si veda come esempio il caso dei bronzi nel primo studio dove un ruolo importante è stato svolto dal Museo del Bargello di Firenze.

La tab. 4.5 presenta l'incrocio tra competenze e sedi, al fine di porre in evidenza le specificità territoriali e le principali concentrazioni settoriali.

L'Europa presenta la più alta varietà di competenze trasversali a tutti i progetti finanziati. Al loro interno, sono le ICT e la visualizzazione 3D a registrare le maggiori percentuali, rispettivamente con il 34 e il 16%. A livello extraeuropeo sono, invece, le tematiche della conservazione le più presenti, oltre a quelle relative alle ICT. Tali risultati confermano la presenza di una rete internazionale legata ai temi delle soluzioni informatiche per la conservazione e la visualizzazione dei beni culturali.

## 94 Cluster creativi per i beni culturali

Tab. 4.4 – Distribuzione degli attori per area di competenze.

Competenze	Valore assoluto	Valore percentuale
ICT	84	25,93
Conservazione	40	12,35
Optoelettronica	33	10,19
Visualizzazione 3D	30	9,26
Fisica	25	7,72
Restauro	24	7,41
Museo	14	4,32
Altro	13	4,01
Diagnostica	8	2,47
Servizi alle imprese	8	2,47
Scienze dei materiali	7	2,16
Chimica	7	2,16
Ambiente	7	2,16
Cooperazione nella ricerca	6	1,85
Editoria	4	1,23
Media	4	1,23
Ottica	3	0,93
Arte e design	3	0,93
Elettronica	2	0,62
Telecomunicazioni	2	0,62
Totale	324	100,00

Fonte: nostra elaborazione.

Le competenze a Firenze sono prevalentemente incentrate sull'optoelettronica (30%), con la presenza importante dell'IFAC-CNR e della fisica (11,5%), con l'INFN di Firenze. L'altra area rappresentata massicciamente è quella del restauro, dove opera il 17% degli attori, tra cui compaiono soggetti istituzionali come l'OPD e le imprese collegate (Restauro Italia).

Per quanto riguarda le competenze localizzate nel resto della Toscana, le ICT costituiscono l'area più rappresentata con l'ISTI-CNR di Pisa che detiene un ruolo di leader. Circa il 38% degli attori localizzati in Toscana (fuori Firenze) opera in questo settore. A questi si aggiungono anche gli attori operanti nella conservazione, pari al 29% del totale, in cui rientrano le istituzioni toscane che operano nei beni culturali.

Le tematiche prevalenti in Italia sono, invece, quelle relative alle ICT e alla fisica, al cui interno detiene un ruolo importante il network dell'INFN.

Tab. 4.5 – Distribuzione degli attori per area di competenze e sede.

Competenze	Europa		Paesi extraeuropei		Firenze		Italia		Toscana		Totale
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	
Altro	9	5,70	-	-	-	-	1	2,94	3	6,25	13
Ambiente	4	2,53	-	-	-	-	1	2,94	2	4,17	7
Arte e design	1	0,63	-	-	2	2,56	-	-	-	-	3
Chimica	5	3,16	-	-	-	-	1	2,94	1	2,08	7
Conservazione	15	9,49	4	66,67	5	6,41	2	5,88	14	29,17	40
Cooperazione nella ricerca	3	1,90	-	-	1	1,28	2	5,88	-	-	6
Diagnostica	2	1,27	-	-	6	7,69	-	-	-	-	8
Editoria	3	1,90	-	-	-	-	1	2,94	-	-	4
Elettronica	1	0,63	-	-	1	1,28	-	-	-	-	2
Fisica	3	1,90	-	-	9	11,54	12	35,29	1	2,08	25
ICT	53	33,54	1	16,67	5	6,41	7	20,59	18	37,50	84
Media	2	1,27	-	-	1	1,28	1	2,94	-	-	4
Museo	11	6,96	-	-	2	2,56	1	2,94	-	-	14
Optoelettronica	8	5,06	-	-	24	30,77	1	2,94	-	-	33
Optica	2	1,27	-	-	1	1,28	-	-	-	-	3
Restauro	5	3,16	-	-	14	17,95	-	-	5	10,42	24
Scienze dei materiali	4	2,53	-	-	2	2,56	-	-	1	2,08	7
Servizi alle imprese	2	1,27	1	16,67	3	3,85	1	2,94	1	2,08	8
Telecomunicazioni	-	-	-	-	1	1,28	1	2,94	-	-	2
Visualizzazione 3D	25	15,82	-	-	1	1,28	2	5,88	2	4,17	30
Totale	158	100,00	6	100,00	78	100,00	34	100,00	48	100,00	324

Fonte: nostra elaborazione.

Se interpretiamo poi la tab. 4.5 dal punto di vista orizzontale, e quindi con la distribuzione delle competenze nei vari luoghi, vediamo che le ICT sono diffuse in misura piuttosto omogenea su tutte le aree sia della Toscana, che dell'Italia e dell'Europa, mentre l'optoelettronica risulta concentrata prevalentemente a Firenze, con evidenza di un network fortemente radicato nel territorio.

Anche il restauro mostra questo stesso pattern geografico, per quanto da questo punto di vista è facile evidenziare come le competenze in questo settore siano difficilmente imitabili in altri territori, poiché l'OPD svolge un ruolo di leader a livello mondiale.

L'ultima informazione che riportiamo è quella relativa alle risorse finanziarie<sup>8</sup> erogate dai vari enti sotto forma di contributi per la realizzazione delle attività previste nei progetti. In generale i 33 progetti hanno attivato risorse per oltre 69 milioni di euro e hanno ottenuto un contributo di circa 18 milioni (tab. 4.6).

*Tab. 4.6 – Distribuzione delle risorse (contributo) per tipologia degli attori.*

Tipologia	Totale (€)
Centro ricerca	7.777.140
Università	4.514.429
Piccola e media impresa	4.439.693
Ente	969.854
Grande impresa	709.678
Associazione di categoria	159.999
Centro servizi	103.506
Altro	42.000
Totale	18.716.301

Fonte: nostra elaborazione.

La tab. 4.7 riporta la suddivisione per competenze e sede localizzata degli attori che hanno percepito le varie risorse finanziarie. La tabella presenta un risultato simile a quello precedente, con gli attori delle ICT in Europa (10%) e in Toscana (21,67%) e con gli attori dell'optoelettronica (6,7%) che percepiscono il maggior numero di risorse.

È da notare, in particolare, il fatto che il settore del restauro, nonostante una partecipazione di circa il 18% in termini di presenze, collezioni solo lo 0,52% delle risorse, in quanto la partecipazione di istituzioni ed enti pubblici

<sup>8</sup> Si considera qui il contributo erogato ai vari soggetti in base alla partecipazione al progetto. Non tutti gli attori hanno indicato il contributo ricevuto.

Tab. 4.7 – Suddivisione delle risorse finanziarie (contributo) per competenza e sede localizzativa.

Competenze	Europa		Paesi extraeuropei		Firenze		Italia		Toscana		Totale (€)
	VA (€)	%	VA (€)	%	VA (€)	%	VA (€)	%	VA (€)	%	
Altro	229.999	1,23	-	-	-	-	-	-	19.020	0,10	249.019
Ambiente	42.000	0,22	-	-	-	-	25.510	0,14	6.683	0,04	74.193
Arte e design	14.000	0,07	-	-	14.000	0,07	-	-	-	-	28.000
Chimica	74.900	0,40	-	-	-	-	14.000	0,07	56.000	0,30	144.900
Conservazione	196.092	1,05	75.000	0,40	550.556	2,94	-	-	1.361.846	7,28	2.183.495
Cooperazione nella ricerca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diagnostica	-	-	-	-	1.056.498	5,64	-	-	-	-	1.056.498
Editoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elettronica	-	-	-	-	48.000	0,26	-	-	-	-	48.000
Fisica	42.000	0,22	-	-	521.456	2,79	218.000	1,16	-	-	781.456
ICT	1.873.173	10,01	-	-	603.860	3,23	-	-	4.072.682	21,76	6.549.715
Media	-	-	-	-	695.274	3,71	-	-	-	-	695.274
Museo	88.465	0,47	-	-	8.341	0,04	-	-	-	-	96.806
Optoelettronica	214.845	1,15	-	-	1.259.166	6,73	70.800	0,38	-	-	1.544.811
Offica	242.000	1,29	-	-	10.166	0,05	-	-	-	-	252.166
Restauro	164.400	0,88	-	-	98.239	0,52	-	-	64.840	0,35	327.480
Scienze dei materiali	127.496	0,68	-	-	149.680	0,80	-	-	24.000	0,13	301.176
Servizi alle imprese	33.100	0,18	40.300	0,22	30.106	0,16	-	-	-	-	103.506
Telecomunicazioni	-	-	-	-	452.500	2,42	-	-	-	-	452.500
Visualizzazione 3D	2.409.000	12,87	-	-	917.300	4,90	501.000	2,68	-	-	3.827.300
Totale	5.751.470	30,73	115.300	0,62	6.415.147	34,28	829.310	4,43	5.605.074	29,95	18.716.301

Fonte: nostra elaborazione.



di tutela che lo compongono è prevalentemente inserita a costo zero o con un piccolo rimborso.

Analizzando invece le risorse percepite dai vari attori, la distribuzione per area geografica è piuttosto omogenea: gli attori europei raccolgono circa 5,7 milioni di euro, come la Toscana, mentre Firenze ottiene circa 6,4 milioni. Si nota, in questo senso, che i progetti europei presentano in media un maggior importo unitario di risorse rispetto agli altri.

Infine, nella tab. 4.6 si presentano le risorse raccolte suddivise in base alla tipologia degli attori localizzati in Toscana. Sono i centri di ricerca a raccogliere il maggior ammontare di risorse con circa 7,7 milioni di euro, seguiti dalle università con circa 4,5 milioni, cifra vicina a quella ottenuta dalle PMI (4,4 milioni) confermando che i bandi in R&S hanno coinvolto un buon numero di imprese. Sono piuttosto ridotti i contributi elargiti a enti pubblici, associazioni e grandi imprese, le quali hanno solitamente la possibilità di partecipare a costo zero nei bandi presi in considerazione<sup>9</sup>.

## 5.2 L'analisi delle dinamiche relazionali

Il presente paragrafo è dedicato all'approfondimento delle relazioni che gli attori hanno attivato attraverso la partecipazione ai 33 progetti selezionati, con l'ausilio della SNA (Wasserman e Faust 1994).

Siamo, infatti, in grado di cogliere la struttura della rete, la posizione rivestita da ciascun soggetto e le modalità di governo delle relazioni attraverso l'analisi del network globale che può essere rappresentato e analizzato tramite la rappresentazione grafica, detta *grafo*<sup>10</sup>.

La prima informazione che possiamo desumere da quest'analisi riguarda il tasso di partecipazione degli attori (tab. 4.8), da cui risulta evidente la rilevanza dell'IFAC-CNR, che è entrato nel partenariato di ben 16 progetti. Il secondo soggetto con un'alta partecipazione è l'ISTI-CNR che partecipa a oltre 10 progetti. Particolarmente interessanti anche i valori di altre organizzazioni, quali l'Opificio delle Pietre Dure (OPD) con 9 progetti, l'INFN di Firenze con 7 progetti, il gruppo El.En. con 6 e il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena (DSA-UNISI) con 6.

Il fatto che 186 attori dei 224 totali (83%) abbiano partecipato ad un solo progetto conferma una scarsa coesione del network, come evidenziato precedentemente, e fornisce già una prima indicazione sulla possibilità che il nucleo centrale che ha portato avanti queste attività sia costituito, in realtà, da un numero ristretto di attori.

<sup>9</sup> Per esempio nella maggior parte dei bandi regionali (tranne il Bando Unico R&S 2008), le grandi imprese non sono soggetti ammissibili e la loro partecipazione è a costo zero. Discorso simile può esser fatto anche per gli enti pubblici.

<sup>10</sup> Si rimanda per approfondimenti al par. 4.2 del cap. 2, dove si presenta più in dettaglio la metodologia della SNA.

Una delle nozioni chiave nella prospettiva della SNA è quello di centralità, finalizzata a identificare gli *attori più importanti* sotto diversi punti di vista. Esistono infatti vari indici di centralità, ognuno dei quali esprime una particolare proprietà, come già indicato anche nel primo studio. Ne richiamiamo qui i principali.

Tab. 4.8 – Tasso di partecipazione degli attori.

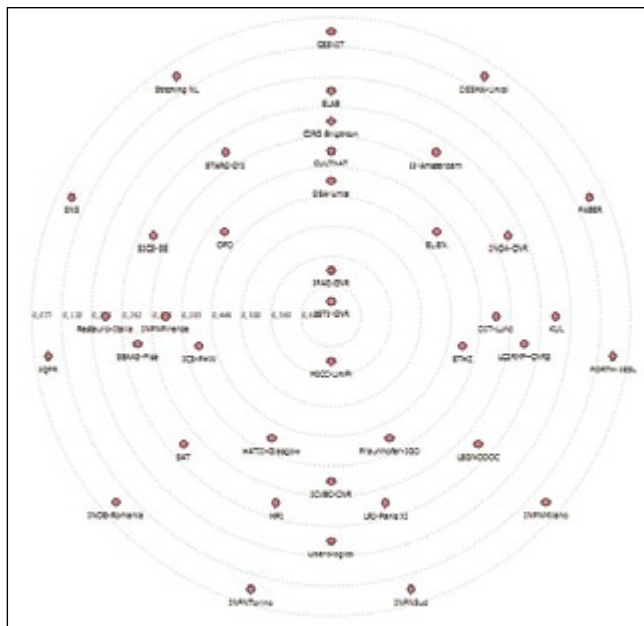
Attore	Tasso di partecipazione
IFAC-CNR	16
ISTI-CNR	10
OPD	9
INFN Firenze	7
El.En.	6
DSA-UNISI	6
SBAAS-Pisa	3
SAT	3
MICC-UNIFI	4
INOE-Romania	3
INFN Milano	3
ICVBC-CNR	3
ICS-FHW	3
Fraunhofer-IGD	3
ELab	3
CULTNAT	3
Altri attori	2

Fonte: nostra elaborazione.

Il primo indice è il grado di centralità (*degree*), che corrisponde al numero di legami diretti posseduti da un attore. Si tratta del modo più semplice e intuitivo per definire la posizione di un nodo all'interno del network. Tenendo sempre presente che nel nostro caso la relazione tra soggetti dipende dalla compartecipazione a progetti, la fig. 4.1 riporta i valori fatti registrare dagli attori più centrali.

In particolare, gli attori al centro della figura sono quelli con la *degree* più elevata, mentre andando verso l'esterno si trovano gli attori periferici. Come si può evincere dalla fig. 4.1, gli attori più centrali sono l'ISTI-CNR, l'IFAC-CNR e il Media Integration and Communication Center dell'Università di Firenze (MICC-UNIFI) che risultano collocati al centro della figura.

Fig. 4.1 – Mappa della centralità degli attori,  $c > 2$ .



Nota: il valore espresso dalla «c» esprime il numero minimo di progetti cui le coppie di attori partecipano.

Fonte: nostra elaborazione.

Questi possono essere considerati come i veri animatori del network, che hanno il numero maggiore di contatti con gli altri partecipanti alla rete. Il fatto che questi nodi centrali siano rappresentati da centri di ricerca è coerente sia con la natura dei progetti analizzati, finalizzati ad attività di R&S, che con la necessità da parte di tali attori di attivare risorse esterne. In questo senso, gli enti di ricerca si contraddistinguono dunque per la vocazione a svolgere un ruolo istituzionale di animazione della rete.

In particolare, l'IFAC-CNR ha partecipato a 16 progetti, l'ISTI-CNR a 10 e il MICC-UNIFI a 4. Il valore maggiore per questi ultimi due soggetti è dovuto all'elevato numero di partner raccolti attorno ai progetti in cui sono stati coinvolti: i 10 progetti dell'ISTI, infatti, coinvolgono un partenariato più ampio rispetto ai 16 dell'IFAC-CNR, anche a causa della loro dimensione prevalentemente europea. A un grado di centralità immediatamente inferiore si trovano invece attori di tipo maggiormente eterogeneo. Compiono, tra di essi, il gruppo El.En., l'unica grande impresa a entrare nel nucleo del network evidenziato nel primo studio, l'OPD, il DSA-UNISI e altri attori internazionali.

In riferimento, poi, alle competenze si evidenzia come ben due degli attori centrali siano specializzati nelle tecnologie informatiche applicate ai

beni culturali (finalizzate, come si è detto, allo sviluppo di tecniche di visualizzazione e rendering 3D, motori di ricerca specialistici, piattaforme di comunicazione e promozione ecc.), che aggiungono a questo secondo studio un'importante area disciplinare che era assente nella prima analisi.

Analizzando poi la rete nel suo complesso, possiamo misurarne il grado di *centralizzazione*, che, come già indicato al par. 4.2 del cap. 2, può variare da un valore pari a 0%, quando tutti i gradi di centralità sono uguali (ossia nel caso del grafo circolare), ad un valore pari a 100%, quando un solo attore interagisce con tutti gli altri, e questi ultimi solo con esso (ossia nel caso del grafo a stella).

Nel caso dei progetti analizzati la *network centralization* misurata sulla *degree* è pari a 7,3%: si tratta di un valore piuttosto basso che esprime una rete molto diffusa e non incentrata su pochi soggetti, ma su un network più stabile. Questo dato denota una chiara differenza rispetto al primo studio, dove il 68% degli attori era collegato all'IFAC-CNR.

Infine, lo *share* corrisponde alla misura della centralità di un determinato attore diviso per la somma di tutte le centralità degli attori della rete, indicando un valore di centralità relativa. ISTI e IFAC registrano un valore abbastanza alto, rispettivamente di 0,026 e 0,022, che ne confermano il ruolo centrale (tab. 4.9).

Tab. 4.9 – Degree centrality degli attori (primi 15 attori).

Frequenza	Attore	Degree	Nrm_Degree	Share
1	ISTI-CNR	160.000	8.772	0.026
2	IFAC-CNR	134.000	7.346	0.022
3	ICS-FHW	86.000	4.715	0.014
4	Fraunhofer-IGD	82.000	4.496	0.013
5	MICC-UNIFI	78.000	4.276	0.013
6	OPD	76.000	4.167	0.012
7	LRI-Paris XI	69.000	3.783	0.011
8	SICS-SE	69.000	3.783	0.011
9	DIT-Lund	65.000	3.564	0.011
10	ETHZ	63.000	3.454	0.010
11	HATII-Glasgow	63.000	3.454	0.010
12	DSA-UNISI	62.000	3.399	0.010
13	II-Amsterdam	55.000	3.015	0.009
14	MPI	51.000	2.796	0.008
15	El.En.	49.000	2.686	0.008

Fonte: nostra elaborazione.

## 102 Cluster creativi per i beni culturali

Un altro indice di estremo interesse per la SNA, già presentato nel primo studio, è l'indice della centralità *betweenness*. Esso si fonda sull'importanza che un attore può rivestire all'interno di una rete di relazioni per il fatto di fungere da 'intermediario' tra altri soggetti.

Tralasciando il valore dell'indice, la tab. 4.10 dà alcune indicazioni più interessanti rispetto alla precedente analisi. ISTI-CNR e IFAC-CNR vengono confermati nel loro ruolo di animatori della rete anche dall'elevato valore di centralità.

Tab. 4.10 – *Betweenness* degli attori (primi 15 attori).

Numero	Attore	<i>Betweenness</i>	<i>nBetweenness</i>
1	ISTI-CNR	9915.390	38.316
2	IFAC-CNR	9010.694	34.820
3	MICC-UNIFI	2494.568	9.640
4	INFN Firenze	1642.024	6.345
5	CULTNAT	1110.194	4.290
6	LC2RMF-CNRS	945.668	3.654
7	OPD	738.823	2.855
8	ICS-FHW	606.165	2.342
9	DSA-UNISI	537.034	2.075
10	Fraunhofer-IGD	405.504	1.567
11	El.En.	261.005	1.009
12	DIT-Lund	248.610	0,667361
13	LRI-Paris XI	227.778	0,611111
14	SICS-SE	227.778	0,611111
15	SBAAS-Pisa	207.723	0,557639

Fonte: nostra elaborazione.

Emerge molto chiaramente, tuttavia, anche la notevole presenza di attori locali quali nodi intermedi e connettori. L'OPD e il MICC-UNIFI, come vedremo successivamente nell'analisi dei grafi, sono due degli interlocutori privilegiati, così come i due attori internazionali Center for Documentation of Cultural and Natural Heritage (CULTNAT), Egitto e Laboratoire du Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France-Centre National de la Recherche Scientifique (LC2RMF-CNRS), che costituiscono centri di eccellenza nell'ambito della conservazione che hanno fortemente investito sulle nuove tecnologie. A questi si aggiungono due attori toscani – il Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico dell'Università di Pisa (SBAAS-Pisa) e il gruppo El.En. – che vanno a completare il network di attori locali più importanti.

Allo stesso modo della *degree centrality*, anche la *betweenness* permette di cogliere la variabilità degli indici tra gli attori di un network, variando da 0%, quando non vi è eterogeneità perché tutti i nodi hanno la stessa centralità, ad un valore del 100% nel caso di un network che assume forma a stella. La rete ha fatto registrare un valore del 37,97%, più alto di quello calcolato sui gradi di centralità, il che conferma come, a fronte di una debole centralizzazione complessiva, vi siano comunque più soggetti che ricoprono una posizione di rilievo.

### 5.3 Rappresentazione grafica delle relazioni di network

Come detto, il network può essere rappresentato da un grafo, vale a dire un insieme di punti corrispondenti agli attori (detti nodi) interconnessi da linee corrispondenti alle relazioni che li legano. Il grafo, in sintesi, è la rappresentazione bidimensionale di una rete di legami intersoggettivi tra una popolazione di attori. Facendo ricorso a questa visualizzazione, è possibile analizzare sia la posizione di ogni singolo attore all'interno della topologia delle relazioni, sia le caratteristiche morfologiche della rete relazionale nel complesso.

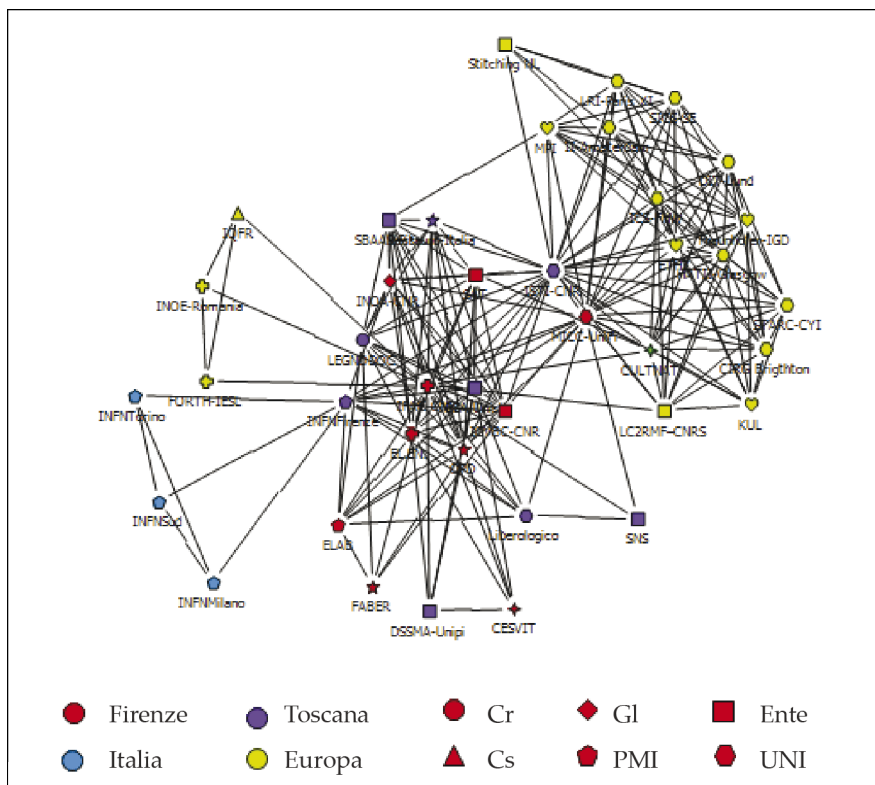
Poiché il network globale è troppo complesso da analizzare graficamente dato l'elevato numero di nodi, il grafo di fig. 4.2 presenta la rete di relazioni intersoggettive considerando una compartecipazione ad almeno due progetti.

Dal grafo è quindi possibile sviluppare alcune riflessioni. Il risultato più interessante rispetto al primo studio sono i due sotto-network che emergono: quello dell'optoelettronica, incentrato su IFAC, OPD e El.En, e quello legato alle ICT e alla visualizzazione 3D, i cui nodi centrali sono ISTI-CNR e MICC-UNIFI e di cui si evidenzia la maggior apertura internazionale.

All'interno del grafo, gli attori localizzati sulla destra sono, infatti, di estrazione internazionale, mentre sulla sinistra sono raffigurati gli attori locali che comparivano in buona parte già nel primo studio. Questo secondo sotto-network insiste maggiormente sulla città di Firenze coinvolgendo anche enti e istituzioni locali. I nodi che fungono da *gatekeeper* tra le due componenti delle reti, ISTI-CNR e MICC-UNIFI, sono entrambi locali.

In riferimento agli altri attori del network, si può evidenziare la rete nazionale dell'INFN che collega i laboratori di Torino, Milano e del Sud Italia a quella di Firenze attorno a progetti legati alla sperimentazione di nuove tecniche di analisi materica (in particolare tramite spettrometria di massa con acceleratore).

In relazione poi alla tipologia di soggetti coinvolti, mentre il network internazionale coinvolge attori più omogenei come centri di ricerca e università, mancano le imprese, e gli enti e le istituzioni. Il network locale sul restauro risulta invece più eterogeneo, coinvolgendo anche imprese, enti e istituzioni. Tale differenza è dovuta, verosimilmente, al maggiore

Fig. 4.2 – Il network sul restauro dei beni culturali in Toscana ( $c > 2$ ).

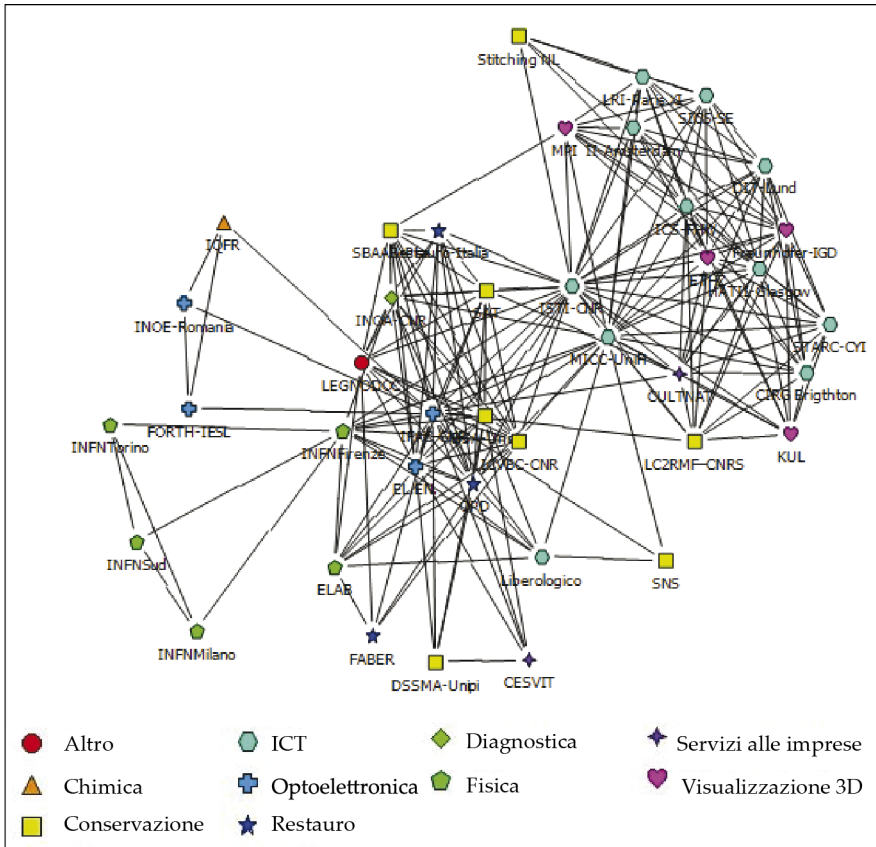
Nota: i diversi colori dei nodi indicano la *sede*, rosso per Firenze, viola per la Toscana e blu per il resto di Italia ed infine giallo per l'Europa. Le diverse forme dei nodi indicano, invece, la *tipologia*: esagono per i centri di ricerca, quadrato per le università, tondo per le imprese, stella per gli enti, cuore per le altre tipologie. Il valore espresso dalla «c» esprime il numero minimo di progetti cui le coppie di attori partecipano.

Fonte: nostra elaborazione.

orientamento nei confronti degli *end users* dimostrato dai progetti sviluppati nel cluster toscano, che hanno coinvolto maggiormente sia i validatori della tecnologia sia gli utenti finali (imprese).

Per quanto riguarda poi le competenze possedute dai soggetti coinvolti (fig. 4.3), si evidenzia come il network internazionale sia incentrato principalmente sulle tematiche ICT e di visualizzazione tridimensionale dei beni culturali e siano pochi, invece, i soggetti votati alla conservazione in senso stretto. I progetti analizzati focalizzano, infatti, la propria attenzione sulla ricerca industriale senza coinvolgere direttamente, come avveniva nel primo studio, soggetti istituzionali pubblici, come musei o istituzioni, categorie che risultano peraltro escluse dai finanziamenti europei.

Fig. 4.3 – Il network sul restauro dei beni culturali in Toscana ( $c > 2$ ) suddivisione per competenze.



Nota: cfr. fig. 4.2.

Fonte: nostra elaborazione.

Il network sul restauro è, invece, più diversificato in termini di competenze e include, oltre alle attività legate alla conservazione e al restauro, soggetti operanti nell'optoelettronica, nella fisica e nella chimica.

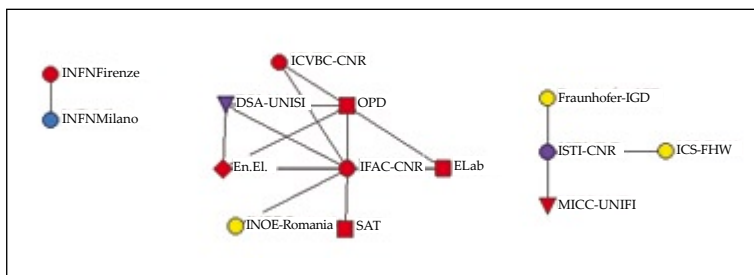
È possibile, a questo punto, analizzare la struttura del network considerando un livello di compartecipazione più alto, al fine di rilevare come si modifica la rete e quali sono gli attori principali.

Per ottenere un network abbastanza stabile – composto, cioè, da un numero ristretto di soggetti – è necessario assumere una compartecipazione a quattro progetti. Come riportato nel grafo di fig. 4.4, in questo modo il network principale si divide in tre componenti separate, di cui i due sotto-network più numerosi sono particolarmente interessanti.



## 106 Cluster creativi per i beni culturali

Fig. 4.4 – Il network sul restauro dei beni culturali in Toscana ( $c \geq 4$ ).



Nota: cfr. fig. 4.2.

Fonte: nostra elaborazione.

Oltre al network che comprende i diversi laboratori dell'INFN, emergono con maggiore chiarezza rispetto al grafo precedente i nuclei fondanti della rete del restauro, incentrata su Firenze, e della rete delle ICT, di dimensione toscana e internazionale. Vediamoli nello specifico.

Come già evidenziato, il sotto-network al centro comprende una larga quota di attori fiorentini, insieme ad un nodo localizzato a Siena (DSA-UNISI) e un soggetto internazionale (INOE-Romania). Oltre a quelli evidenziati anche precedentemente, come IFAC-CNR, OPD ed El.En, gli attori principali di questo network sono l'Istituto di Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali del CNR (ICVBC-CNR), il Laboratorio di Archeologia della Soprintendenza di Pisa, Livorno e Massa Carrara (SAT) e l'impresa ELab<sup>11</sup>.

L'altro sotto-network relativo alle tecnologie informatiche per la digitalizzazione del patrimonio culturale è incentrato sull'ISTI-CNR di Pisa ed è collegato a Firenze con il MICC-UNIFI, ferma restando la sua dimensione di internazionalità testimoniata dalla presenza di soggetti quali il Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (Fraunhofer-IGD), Germania) e l'Institute of Computer Sciences della Foundation for the Hellenic World (ICS-FHW), Grecia, entrambi specializzati nelle *computer sciences* e, in particolare, nel *visual computing*.

### 6. Riflessioni conclusive

In questo ultimo capitolo abbiamo sintetizzato i principali risultati del secondo studio sulle tecnologie per i beni culturali in Toscana. Abbiamo ampliato rispetto al primo studio il contesto di riferimento, considerando

<sup>11</sup> ELab Scientific srl, costituitasi nel giugno 2008, è un'impresa spin-off dell'IFAC-CNR di Firenze.

non solo il restauro laser dei beni culturali, ma anche altri progetti innovativi di R&S in materia di beni culturali (es. quelli collegati alle nuove tecnologie ICT). Inoltre, abbiamo esteso l'area geografica di osservazione da Firenze a tutta la Toscana.

I risultati mostrano l'esistenza di due sotto-network più stabili di soggetti con caratteristiche diverse, uno più locale e incentrato nella città di Firenze, che si concentra su tematiche legate al laser e alle altre tecniche di restauro (chimica, fisica ecc.), coinvolgendo attori sia privati che istituzionali, l'altro localizzato invece maggiormente a Pisa, focalizzato sulle tecnologie informatiche (ICT) applicati ai beni culturali, con un network più di tipo privato e più aperto all'internazionalizzazione.

Nell'arco di tutta l'analisi si confermano rilevanti i processi collaborativi tra tutti gli attori della tripla elica: il sistema della ricerca (CNR, università ecc.), il sistema industriale (imprese) e quello delle istituzioni (Regione, soprintendenze, OPD).

Infine, l'analisi si inserisce nelle recenti politiche della Regione Toscana per la razionalizzazione del sistema di ricerca e del trasferimento tecnologico, attraverso la costituzione del DTBcCs. Lo studio permette di evidenziare un primo *core* di soggetti del neonascente distretto confermando le peculiarità di creatività della nostra regione, grazie alla dotazione di patrimonio artistico e culturale locale.

Il processo di implementazione del distretto è tuttora in corso e non è possibile anticipare valutazioni, ma certamente l'analisi apporta nuova conoscenza a questo processo di sviluppo confermando l'importanza del riconoscimento di un distretto delle tecnologie per i beni culturali in Toscana.

Fermi restando i limiti dell'analisi basata sui progetti finanziati da enti pubblici, i risultati confermano la presenza di un nucleo strategico di attori creativi nelle tecnologie per i beni culturali e la Toscana si dimostra a tutti gli effetti una regione creativa e un ambiente favorevole allo sviluppo di innovazioni in molti campi (laser, ICT ecc.) sui beni culturali.

Quest'elemento finale fa ben sperare per il futuro e auspica una maggior attenzione da parte dell'istituzione regionale sulla capacità della cultura di essere un catalizzatore per l'innovazione e lo sviluppo economico.



Con questo volume abbiamo voluto contribuire al dibattito sulla capacità innovativa del patrimonio artistico e culturale e sulle città d'arte intese come ambienti creativi, attraverso lo studio dei cluster creativi dei beni culturali in Toscana, un caso di eccellenza non solo a livello italiano, ma anche internazionale. Esso è stato analizzato attraverso l'unità di indagine dei progetti di R&S condotti dal 1995 ad oggi, privilegiando la prospettiva assunta dalle università toscane e dai centri e laboratori di ricerca ad essa collegate, con particolare riferimento al contributo offerto dagli istituti di ricerca del CNR.

Le esperienze prese in esame hanno dato concretezza al passaggio teorico dalla conservazione alla valorizzazione economica della cultura, alla cosiddetta «valorizzazione culturale dell'economia» (cap. 1), che offre un esempio di come la cultura possa non solo produrre ricchezza di per sé, ma sia anche capace di ringiovanire, settori, filiere, o professioni esistenti o generarne di nuove.

Le evidenze richiamate nel cap. 2 sul cluster del laser del restauro a Firenze ne forniscono una prima testimonianza concreta. In questo stesso capitolo, il più ampio e circostanziato del volume, si ripercorre la storia dell'innovazione delle tecnologie laser per i beni culturali, analizzata con particolare riferimento all'esperienza fiorentina e toscana. Essa rappresenta un'innovazione di successo nata per un evento di *serendipity* in un'altra città d'arte, Venezia, che ha poi trovato a Firenze le condizioni più favorevoli per svilupparsi con successo.

Rifacendosi ai quattro sentieri individuati dal modello della CCC, lo sviluppo del laser per il restauro può essere letto come un caso di *cross-fertilisation* fra settori solo apparentemente lontani, come quello della diagnostica sanitaria e dei beni culturali, che ha permesso di rivelare relazioni inusuali tra abilità e competenze differenti. La possibilità di stabilire

connessioni è stata favorita non solo dalla prossimità fisica fra gli attori, ma anche e forse soprattutto da una prossimità di natura cognitiva, il cui elemento fondante è da ricercarsi in un sistema condiviso di valori. Questo può essere ascritto a sua volta, da un lato ad una visione rinascimentale della creatività (intesa come il risultato della contaminazione tra arte e scienza) e, dall'altro, ad un approccio alla gestione integrata di attività di ricerca, sviluppo e produzione condiviso e sedimentato nella cultura industriale toscana a partire dalla lezione dei distretti industriali becattiniani. In questo caso, il patrimonio artistico, offrendo un campo di applicazione comune a competenze differenti, ha rappresentato la risorsa strategica condivisa e la fonte di innovazione che un gruppo di attori creativi ha saputo implementare grazie anche al supporto delle istituzioni politiche e degli enti di tutela e conservazione comunali e regionali.

L'approfondimento sul caso TEMART (cap. 3) chiarisce ulteriormente le opportunità di collaborazione intersettoriale che si possono aprire adottando uno sguardo olistico e multidisciplinare alla conservazione e valorizzazione del patrimonio storico-artistico. Le ricadute dello sviluppo e dell'affinazione di tecnologie avanzate di carattere abilitante e *general purpose* (non solo il laser, ma anche i nano materiali e le tecniche di analisi materica), che trovano nella sfida della diagnostica e della tutela un banco di prova di straordinaria importanza e delicatezza, potranno altresì interessare altri settori con una sorta di 'effetto a cascata'.

Un primo esempio di tali spillover è fornito dalle applicazioni delle tecnologie laser dal restauro all'autenticazione delle opere d'arte, che apre la strada ad un'importante area di business emergente, quella della tutela dalla contraffazione dei prodotti del Made in Italy tramite tecnologie avanzate. In buona sostanza, il progetto Autentico è in grado di sintetizzare le molteplicità di sentieri che si possono aprire a partire dalla valorizzazione della risorsa del patrimonio artistico e culturale presente sul territorio toscano, scardinando una visione di tipo esclusivamente ingegneristico dell'innovazione.

Quest'approccio all'innovazione aperto all'esterno viene classificato dall'attuale letteratura economica come una tipologia di *open innovation* che trae origine dall'interazione tra molteplici contesti geografici e socio-culturali e dalle strette relazioni tra gli *end users* e gli attori creativi.

Nel secondo studio, riportato nel cap. 4 quest'idea viene ulteriormente chiarita e analizzata allargando l'analisi dei progetti innovativi a 33 progetti, includendo – oltre allo studio delle tecnologie *hard* connesse alla valorizzazione e conservazione dei beni culturali (come quelle laser) – anche quelle *soft*, come quelle collegate alle ICT. La capacità della cultura di attivare filiere internazionali è messa in evidenza in particolare da quest'ultimo caso, che individua a Pisa oltre che a Firenze un centro strategico di ricerca e di innovazione sul tema della digitalizzazione del patrimonio.

Il filo rosso che lega entrambi gli studi è quello di un approccio di tipo *bottom-up* che analizza i cluster e le reti di progetti secondo una prospettiva di tipo economico-industriale e di economia della cultura. Nell'ultimo studio, tuttavia, si osserva un cambiamento significativo nel contesto di riferimento: all'opportunità di far emergere il fenomeno dell'industrializzazione della cultura in Toscana e il ruolo strategico assunto dal suo «alto artigianato tecnologico» in materia di restauro, si affianca ora la consapevolezza, radicata anche a livello istituzionale della necessità di legittimare tali attività tramite appositi strumenti di *policy*: il costituendo Distretto Tecnologico per le tecnologie dei Beni Culturali e della Città Sostenibile.

Questa volontà di legittimazione promossa dall'alto è senza dubbio rilevante per la Toscana se essa desidererà collocarsi sul piano internazionale come una regione creativa.

L'attivazione di un distretto tecnologico dei beni culturali rappresenta un importante strumento di *policy* per una nuova politica industriale che promuova l'innovazione anche negli altri distretti industriali toscani e per la creazione di una città sostenibile e intelligente che in linea con le scelte strategiche individuate dalle nuove politiche di sviluppo sostenibile della Comunità Europea.

Il processo è tuttora in corso ed è troppo presto per fare ogni tipo di valutazione, ma certamente la considerazione che viene data a queste tematiche rappresenta un importante riconoscimento, soprattutto in vista della possibilità di offrire validi esempi per il ringiovanimento del modello dei distretti industriali che per alcuni rappresenta oramai un'esperienza di successo appartenente al passato.

Attraverso le analisi che abbiamo presentato è possibile iniziare a vedere, a nostro avviso, un nuovo modello di fare impresa e innovazione, che si caratterizza per l'abilità di combinare alta cultura e alta tecnologia. Quest'approccio economico-culturale apre gli spazi all'emergere di nuovi modelli di sviluppo sostenibile radicati nel recupero e nella valorizzazione della storia e dell'identità delle regioni europee. Sono molte le voci che evocano un nuovo Rinascimento per riproporre una nuova visione del mondo in un periodo di crisi, ovvero di discernimento. Questo nuovo modo di fare impresa porta con sé entrambi questi aspetti e può essere utile, oltre che a generare un surplus economico, anche a individuare nuove strade di sviluppo da seguire. Ci piace allora chiudere questo libro con l'auspicio che possa dare un contributo in questa direzione.



# I distretti tecnologici dei beni culturali in Italia

Una rassegna sintetica delle principali esperienze\*

## I. Premessa

Si propone, di seguito, una rassegna sintetica delle esperienze di Distretti Tecnologici (DT) più significative per un confronto con il costituendo Distretto dei Beni Culturali della Toscana, individuate sulla base dell'affinità con il tema dell'alta tecnologia al servizio dei beni culturali, dello stato di avanzamento della loro costituzione e della loro rilevanza nel panorama nazionale.

I casi di riferimento sintetizzati in altrettante tabelle sintetiche sono sette: Distretto Tecnologico per il restauro dei Beni Culturali della Calabria, Distretto Tecnologico dei Beni Culturali di Bari, Distretto Tecnologico per i Beni e le Attività Culturali del Lazio, Veneto Nanotech, Torino Wireless, Distretto dei Materiali Avanzati della Lombardia, Distretto Tecnologico Pugliese High Tech. Per l'analisi sono state utilizzate diverse fonti informative di natura ufficiale – Portale Nazionale della Ricerca Italiana (s.d.), Osservatorio dei Distretti Tecnologici (2011), organismi di governance dei singoli distretti.

## 2. Cenni sulla procedura di presentazione e requisiti

Ai fini di un corretto inquadramento delle iniziative analizzate, si richiamano brevemente la procedura di proposta e approvazione dei costituenti distretti e i relativi requisiti.

La procedura di riconoscimento si articola nella firma di un Protocollo d'intesa fra il ministro del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) e il governatore della Regione e di un successivo Accordo di programma, i quali pongono le basi per la definizione delle attività di



competenza dei soggetti coinvolti per il raggiungimento degli obiettivi del distretto<sup>1</sup>. L'approvazione di ogni DT si basa, inoltre, sui seguenti requisiti, valutati nel merito dal Ministero:

- coerenza con le Linee Guida del governo in materia di politica scientifica e tecnologica;
- presenza di aziende leader nel settore;
- presenza dei principali attori pubblici;
- presenza di una struttura di governance;
- definizione di un'entità giuridica responsabile del coordinamento delle iniziative;
- apporto di competenze e di finanziamenti pubblici e privati e previsto intervento di attori significativi del sistema finanziario a livello regionale;
- previsione a medio-lungo termine dell'autosostenibilità del DT.

Differentemente da altre esperienze a livello europeo<sup>2</sup>, è stato inoltre stabilito a priori, in base a linee guida ministeriali, lo spettro delle possibili attività svolte dal distretto, le quali comprendono:

- ricerca industriale, per le grandi imprese, e sviluppo pre-competitivo, per PMI;
- formazione specialistica nelle aree di competenza del distretto;
- marketing territoriale;
- attrazione degli investimenti anche di *venture capital*;
- internazionalizzazione delle imprese.

Si può notare come tali ambiti di azione formino un quadro piuttosto ampio e flessibile, il quale include strumenti 'tradizionali' (marketing territoriale e formazione) accanto a linee di intervento maggiormente innovative. In particolare, le attività di sviluppo pre-competitivo (incubazione, consulenza e *business planning*) e di *venture capital* hanno come specifico target quello delle nuove attività imprenditoriali, di cui mirano a supportare la fase di start-up; di particolare interesse è l'introduzione del secondo strumento, ancora poco diffuso in Italia, e rivelatosi come uno degli elementi

<sup>1</sup> Si osserva, a tal proposito, come esistano numerosi casi di DT 'autodichiarati', corrispondenti a realtà emergenti dal basso e pervenute ad un avanzato grado di consolidamento (un elenco non ufficiale e tratto da documenti vari è pubblicato sul sito dell'Osservatorio dei Distretti Tecnologici, <[www.distretti-tecnologici.it](http://www.distretti-tecnologici.it)>). Per converso, data la lunga durata delle procedure di riconoscimento da parte del MIUR, non tutti i distretti ufficialmente 'approvati' si trovano ad un effettivo stadio di implementazione.

<sup>2</sup> È per esempio il caso delle politiche di *clustering* adottate dal Regno Unito, la cui implementazione ha sofferto a causa della mancata o confusa specificazione degli obiettivi e delle attività dei cluster da parte sia delle istituzioni nazionali che di quelle regionali (Burfitt, Macneill e Gibney 2007).

trainanti dello sviluppo degli *hi-tech cluster*, grazie alla capacità di selezionare le realtà imprenditoriali più promettenti e di permettere loro di affrontare la pressione competitiva durante il primo periodo di attività (Saxenian 1994; Kenney e Florida 2000; Hellman e Puri 2002).

Le altre attività sono maggiormente rivolte a imprese consolidate. In particolare, il supporto all'internazionalizzazione mira ad agevolare la penetrazione dei mercati esteri in maniera sostenibile per il tessuto distrettuale, cioè rivolto alla riproduzione dei legami interorganizzativi nel nuovo contesto e all'apertura di reti translocali, piuttosto che ad una mera delocalizzazione produttiva.

In base alle diverse combinazioni di obiettivi e attività possibili, infine, il MIUR ha identificato tre possibili modelli di riferimento per i DT, la cui scelta dipende dalle tipologie di attori e di relazioni esistenti sul territorio:

- attrazione di investimento, modello basato su una forte competenza accademica, al cui interno il ruolo del distretto è quello di attrarre investimenti e far arrivare nel territorio nuove imprese, ricorrendo a strumenti di marketing territoriale;
- servizi di alta qualificazione alla piccola e media impresa diffusa, con necessità di acquisire competenze molto diversificate: il distretto, in questo modello, è considerato soprattutto come una rete di relazioni e un insieme di strumenti volti al trasferimento di conoscenze;
- *corporate research center*, composto da più aziende appartenenti ad un'unica filiera competitiva, le quali supportano un'attività di ricerca di medio-lungo termine allo scopo di mantenere coeso il sistema e aumentarne la competitività verso l'esterno.

Tali modelli di distretto possono evolvere nel tempo in relazione ai cambiamenti che avvengono nel territorio.

### **3. Analisi comparativa dei casi**

Un primo ordine di osservazioni sui casi in esame riguarda l'estensione geografico-amministrativa e gli ambiti di intervento prescelti per il riconoscimento dei distretti.

Ben cinque dei distretti analizzati fanno riferimento all'intero territorio regionale – sebbene, in alcuni casi, vengano identificate le sottoaree con una maggior densità di attori – mentre i distretti di Bari e Torino hanno un'estensione metropolitana.

Sotto il profilo settoriale, inoltre, mentre alcune realtà prediligono un ambito definito in senso strettamente tecnologico – con un'ampia varietà di possibili applicazioni industriali, evidenti, per esempio, nel caso di Torino Wireless – altre esperienze sono definite in base ad uno specifico settore

di applicazione<sup>3</sup>. Quella evidenziata rappresenta una scelta precisa effettuata a monte della costituzione del distretto e gravida di possibili vantaggi e svantaggi: se la definizione in senso tecnologico consente uno sbocco innovativo su comparti produttivi differenziati, infatti, essa d'altra parte delimita a priori il set di competenze tecnico-scientifiche di cui i partner dovranno essere dotati, riducendo – almeno in via teorica – il livello di «varietà correlata» delle conoscenze presenti all'interno del distretto (Frenken, van Oort e Verburg 2007; Boschma e Iammarino 2009) e dando vita a possibili effetti di *lock-in* nei percorsi di sviluppo locale<sup>4</sup>. La situazione ottimale, perciò, è quella caratterizzata da un grado intermedio di prossimità cognitiva (Boschma 2005) tra gli operatori del distretto evitando, da un lato, di spingere verso un'eccessiva specializzazione in nicchie tecnologiche e/o settoriali e, dall'altro, che permanga un'elevata eterogeneità dei background disciplinari e settoriali dei partner – la quale potrebbe ostacolare la trasmissione e l'assorbimento delle conoscenze. Un ruolo importante a questo proposito può essere rappresentato dalla presenza nel distretto di soggetti 'versatili', vale a dire dotati di conoscenze e competenze multidisciplinari e attivi contemporaneamente in più ambiti settoriali.

Passando all'analisi della composizione del partenariato, è possibile constatare come sia il numero complessivo che la natura degli attori siano estremamente diversificati tra le esperienze prese in esame, dando forma a tipologie differenti di DT. Lo spettro delle iniziative esaminate spazia, infatti, da reti di ampie dimensioni (Distretto Tecnologico dei Beni Culturali di Bari e Veneto Nanotech) a nuclei formati da un numero ristretto di attori (Distretto per il Restauro dei Beni Culturali della Calabria, Distretto dei Beni e delle Attività Culturali del Lazio, Distretto dei Materiali Avanzati della Lombardia), e da strutture fortemente incentrate sul mondo della ricerca e della pubblica amministrazione – al punto di non prevedere la partecipazione delle imprese – a realtà caratterizzate da una forte presenza dell'imprenditorialità privata, sia diffusa e di piccole-medie dimensioni (Distretto Tecnologico dei Beni Culturali di Bari, Veneto Nanotech) che dominata da pochi gruppi industriali (Torino Wireless, Distretto Pugliese High Tech). In questo contesto, è opportuno sottolineare come la compresenza dei 'produttori' e degli 'utenti' della ricerca industriale sia un requisito fondamentale per il successo delle piattaforme distrettuali, in quanto capace di favorire il dialogo tra le specifiche esigenze delle imprese e le

<sup>3</sup> Anche all'interno dello stesso comparto, tuttavia, può essere riscontrata una certa specializzazione funzionale. È il caso dei tre DT dei beni culturali: per esempio, tra i distretti della Calabria e di Bari, maggiormente focalizzati sulla conservazione, e quello laziale, incentrato sulla fruizione e valorizzazione economica.

<sup>4</sup> Laddove la base di conoscenze e competenze del sistema locale è fortemente specializzata in senso tecnologico, infatti, le possibilità di percorsi di sviluppo basati su *cross-fertilization* e *serendipity* (Lazzeretti 2009) sono tendenzialmente limitate allo spettro di possibili applicazioni della tecnologia stessa.

eccellenze scientifiche del territorio, garantendo il concreto esito innovativo degli investimenti. Si è già accennato, inoltre, come la partecipazione al distretto sia di imprese leader internazionalizzate, che di piccole e medie aziende, possa rappresentare un fattore positivo per la sua crescita: in tale senso, Torino Wireless si caratterizza per un fitto tessuto di microimprese e medie imprese, raccolte attorno ad alcuni gruppi innovatori e ad un sistema della ricerca che comprende numerose eccellenze nei settori di riferimento.

Diversamente da quanto previsto nei requisiti ministeriali, infine, si nota come solo in due casi (Torino Wireless e Veneto Nanotech) partecipino formalmente al distretto istituti e fondazioni bancarie, con l'importante funzione di sostenere finanziariamente la ricerca e lo sviluppo dell'imprenditoria privata.

Per quanto riguarda la forma di governance prescelta, le due opzioni più diffuse sono la società consortile ad azionariato pubblico-privato e la fondazione, dotata di organi decisionali a composizione partenariale. Il caso lombardo e quello laziale rappresentano significative eccezioni, con l'affidamento dei compiti di coordinamento rispettivamente all'ente regionale e ad un'agenzia di sviluppo da esso controllata (Filas SpA).

Il livello di differenziazione tra i casi in oggetto, infine, appare meno accentuato per quanto concerne la scelta del modello di riferimento tra quelli proposti dal Ministero. È possibile notare, infatti, come la quasi totalità dei distretti analizzati si posizioni all'interno della tipologia «servizi di alta qualificazione alla piccola e media impresa diffusa» o *corporate research center*, a seconda della particolare composizione del tessuto imprenditoriale. L'obiettivo principale non sembra consistere, in altre parole, nell'attrazione di investimenti dall'esterno secondo approcci di marketing territoriale, ma piuttosto nella valorizzazione delle eccellenze e delle realtà emergenti sul territorio e nel consolidamento dei legami all'interno della filiera produttiva e della ricerca, con lo scopo di favorire il trasferimento di conoscenze e competenze. In questo contesto, si segnala in particolare il caso di Torino Wireless che, oltre a presentare la gamma di obiettivi forse più ampia e ambiziosa, è finora l'unico distretto ad aver dato vita a strumenti di *venture capital* (nel dettaglio, una finanziaria – Piemontech – e un fondo di investimento – Innogest) per sostenere la nascita e lo sviluppo di start-up innovative. Tale iniziativa va a integrare utilmente l'ampio portafoglio di attività di incubazione, accelerazione di impresa e formazione-consulenza che il distretto offre alle PMI aderenti.

È opportuno segnalare, in chiusura, l'esperienza del Metadistretto dei Beni Culturali del Veneto, il quale, pur non rientrando tra i DT riconosciuti dal Ministero, presenta elementi di particolare interesse per il relativo ambito settoriale.

Gli obiettivi principali del Metadistretto sono quello di promuovere e coordinare progetti a livello nazionale e internazionale, favorendo la

collaborazione fra aziende e istituzioni, sostenendo le attività di ricerca e sperimentazione e incentivando lo scambio di conoscenze fra il mondo scientifico e le imprese. Nello specifico, l'attività del distretto si concretizza nella partecipazione a bandi regionali, nazionali ed europei nell'ambito della conservazione e valorizzazione dei beni storico-artistici, della ricerca e della formazione professionale. L'aspetto di maggior interesse dell'esperienza veneta, tuttavia, è rappresentato dall'ampia gamma di servizi messi a disposizione delle imprese, attinenti all'area del project management (supporto nelle fasi di elaborazione e presentazione dei progetti e della relativa documentazione, nella selezione dei partner e nei contatti con gli organi competenti) e dell'internazionalizzazione delle imprese (partecipazione a bandi o concorsi internazionali; organizzazione di missioni all'estero e iniziative di *matching*; assistenza alla partecipazione a fiere e convegni internazionali). Tali opportunità intendono colmare le difficoltà che le imprese del settore riscontrano frequentemente nell'attività di *networking* a livello internazionale e nell'espletazione delle procedure di presentazione e rendicontazione dei bandi, garantendo così una maggior efficacia e permettendo agli enti interessati di concentrarsi maggiormente sugli obiettivi operativi.

Un'altra iniziativa significativa a cui il Distretto ha contribuito è la creazione del Modern Art Conservation Centre (MACC, Centro italiano per il coordinamento e il restauro dell'arte moderna e contemporanea), centro servizi che fornisce assistenza tecnico-scientifica agli attori operanti nel campo della conservazione di monumenti, edifici e opere d'arte moderne e contemporanee, proponendosi come potenziale punto di riferimento per l'intero bacino di domanda nazionale oltre che regionale. Riconosciuto dalla Regione Veneto con legge regionale del 2003, il distretto è costituito in forma di consorzio, al quale partecipano la Confartigianato di Venezia e Vicenza, le Associazioni dei Costruttori Edili di Venezia e Treviso, il Parco Scientifico Tecnologico di Venezia e Veneto Innovazione. Gli organi direttivi comprendono un consiglio di amministrazione e un comitato scientifico a cui partecipano le principali università della regione e il CNR.

#### **4. Considerazioni conclusive**

Nel concludere la presente analisi, è necessario precisare che la natura *desk* dei dati raccolti non permette di valutare nella totalità dei casi, e con la necessaria accuratezza, alcune variabili rilevanti nel processo di costituzione dei distretti. In particolare, non è sempre possibile rilevare quale attore abbia rivestito un ruolo propulsivo nell'aggregazione iniziale, quale sia l'effettivo stato di avanzamento e di 'maturazione' delle iniziative, o quale siano la reale natura e i concreti effetti delle relazioni tra imprese ed enti di ricerca in termini di trasferimento di competenze.

Dalle informazioni disponibili, tuttavia, emerge come a realtà consolidate e caratterizzate da elevati livelli di *networking* e progettualità (il caso esemplare in questo senso è Torino Wireless, il primo DT a essere riconosciuto sul territorio nazionale) si affianchino iniziative realizzatesi 'sulla carta', come il distretto calabrese, il quale si presenta come una mera aggregazione di istituzioni pubbliche e universitarie la cui scarsa capacità progettuale è testimoniata dal limitato volume di attività svolte congiuntamente<sup>5</sup>.

Un aspetto collegato è, inoltre, il considerevole lasso temporale che intercorre, in alcuni casi, tra l'inizio della progettazione del distretto e la sua effettiva implementazione in seguito all'Accordo di programma, che raggiunge rispettivamente i cinque e i sei anni nel caso calabrese e in quello pugliese. Tale scostamento costituisce un indicatore delle criticità che le amministrazioni regionali possono incontrare nella selezione e nel coinvolgimento degli attori rilevanti, nella facilitazione delle reti interorganizzative e nell'individuazione di obiettivi e azioni condivise<sup>6</sup>.

Una risposta soddisfacente alle domande di ricerca relative all'effettiva natura delle relazioni e delle loro ricadute innovative, infine, sembra richiedere la raccolta di dati primari, dal momento che solo in pochi casi sono reperibili studi di monitoraggio: ciò dimostra purtroppo la scarsa diffusione, tra i *policy maker*, della consapevolezza di dover procedere ad un'accurata e costante valutazione delle politiche distrettuali. Una significativa eccezione in tale contesto è rappresentata da Torino Wireless, la cui Fondazione ha commissionato nel 2004 un rapporto di ricerca all'Istituto Superiore «Mario Boella» che ha per oggetto la dimensione e la composizione del tessuto imprenditoriale legato alle ICT, la tipologia e il posizionamento competitivo delle imprese e le loro aspettative nei confronti del distretto, nonché l'individuazione di opportune politiche di sviluppo del sistema locale (Cantamessa e Paolucci 2004). A tale studio si affiancano indagini periodiche sulla qualità dei servizi offerti dalla Fondazione ai membri del distretto e un costante monitoraggio dell'adesione delle imprese ai vari progetti proposti<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Nel caso specifico, le attività del distretto calabrese dei beni culturali si esauriscono pressoché totalmente nella partecipazione dei membri al progetto *MEtologie, Strumenti e. Servizi Innovativi per l'Archeologia (MESSIAH)*, attualmente concluso, e al Centro di monitoraggio e osservatorio tecnologico dei beni culturali, di cui non risulta, allo stato attuale, l'avvenuta implementazione.

<sup>6</sup> Tale complessità è condivisa, peraltro, da esperienze europee come quella del Regno Unito (cfr. Burfitt, Macneill e Gibney 2007).

<sup>7</sup> I risultati operativi di Torino Wireless sono regolarmente pubblicati all'indirizzo web <<http://www.torinowireless.it/risultati.php>> (02/12).

## 5. Schede sintetiche dei sette distretti tecnologici analizzati

Distretto Tecnologico per il Restauro dei Beni Culturali della Calabria	
Settore	Conservazione dei beni culturali
Anno costituzione	Protocollo d'Intesa firmato il 19 ottobre 1999 Accordo di Programma Quadro firmato il 3 agosto 2005
Forma di governance	Cultura e Innovazione srl, società consortile ad azionariato pubblico-privato
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocizzare i processi decisionali e promuovere la collaborazione tra le Sovrintendenze e gli enti locali</li> <li>• Promuovere l'impiego di tecnologie innovative per la conservazione, il recupero, il restauro, la valorizzazione e la fruizione</li> <li>• Promuovere l'impiego di tecnologie innovative per la diagnostica dei beni culturali</li> <li>• Promuovere la promozione dei beni culturali, anche tramite il ricorso a tecnologie multimediali</li> <li>• Favorire la costituzione di imprese locali specializzate nel recupero, nella conservazione e nella gestione dei beni culturali e aumentare i servizi aggiuntivi</li> <li>• Favorire iniziative mirate all'integrazione della tutela, valorizzazione e fruizione dei beni culturali, che coinvolgano soggetti pubblici e privati</li> </ul>
Attività principali	Progetto MESSIAH, finalizzato allo sviluppo di metodi e tecnologie abilitanti e multifunzionali nei diversi segmenti della filiera culturale (identificazione, monitoraggio, restauro, conservazione, catalogazione e fruizione), a partire dal tema caratterizzante dell'archeologia subacquea, per definire modelli applicabili anche all'intero sistema dei beni culturali
Numero e tipologie di attori	Attori: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Regione Calabria</li> <li>– Sovrintendenza ai Beni Culturali della Calabria</li> <li>– Province di Crotone e Reggio Calabria</li> <li>– Università della Calabria e Accademia delle Belle Arti</li> <li>– Parco Scientifico Tecnologico di Crotone</li> </ul>
Risultati attesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creazione di un Centro di monitoraggio e osservatorio tecnologico sui beni culturali dotato di competenze tecnico-scientifiche ed economiche e capacità di divulgazione, al fine di monitorare l'offerta innovativa e tecnologica nazionale e internazionale</li> <li>• Rafforzamento dei laboratori tecnologici regionali sui beni culturali, per valorizzare il patrimonio di conoscenze, esperienze e attrezzature di ricerca già presenti all'interno delle università</li> <li>• Alta formazione sui temi dei beni culturali, finalizzata a formare figure professionali altamente specializzate ed orientate a R&amp;S</li> <li>• Ricerca industriale sui temi dei beni culturali, attraverso programmi di ricerca industriale volti ad avviare processi di sviluppo pre-competitivo e di industrializzazione</li> </ul>
Risultati operativi attuali	Cultura e Innovazione srl ha concluso il 30 giugno 2008 le azioni finanziate con fondi POR Calabria 2000-2006. La conclusione del progetto MESSIAH, finanziato dal MIUR con fondi CIPE, è avvenuta il 31 marzo 2009

Distretto Tecnologico dei Beni Culturali di Bari	
Settore	Conoscenza, conservazione e valorizzazione dei beni culturali
Anno costituzione	In via di costituzione e di riconoscimento
Forma di governance	In via di definizione
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidare i rapporti fra mondo della ricerca e imprenditorialità</li> <li>• Potenziare specifiche aree scientifico-tecnologiche strategiche</li> <li>• Facilitare la crescita dimensionale e l'ampliamento dei mercati</li> <li>• Favorire lo sviluppo di settori affini (pianificazione territoriale, analisi economica, turismo culturale)</li> </ul>
Attività principali	In via di definizione
Tipologie di attori	<p>Sessantadue attori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Università (Politecnico di Bari, Università di Bari, Foggia, Lecce, Salento)</li> <li>- CNR</li> <li>- ENEA</li> <li>- Centro Laser scarl</li> <li>- Consorzio CETMA – Centro di Progettazione, Design e Tecnologie dei Materiali</li> <li>- CoIRICH – Italian Research Infrastructure for Cultural Heritage</li> <li>- 53 imprese (tra cui El.En. Engineering)</li> </ul> <p>Relazioni con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agenzia Spaziale Italiana</li> <li>- Asso Restauro e AIREs (Associazione interdisciplinare per il restauro)</li> <li>- Sovrintendenza ai beni paesaggistici della Puglia</li> <li>- Distretto dell'Edilizia Sostenibile della Puglia</li> <li>- Distretto delle ICT della Puglia</li> <li>- Distretto produttivo pugliese della comunicazione, dell'editoria e dell'industria cartotecnica</li> <li>- Teatro Pubblico Pugliese</li> <li>- Altre università italiane</li> </ul>



## 122 Cluster creativi per i beni culturali

Distretto Tecnologico per i Beni e le Attività Culturali del Lazio	
Settore	Fruizione e valorizzazione dei beni culturali
Anno costituzione	Accordo di Programma Quadro firmato a maggio 2008
Tipologia di governance	FILAS – Finanziaria Laziale di Sviluppo, società soggetta a indirizzo e controllo da parte di Sviluppo Lazio SpA (agenzia di sviluppo della Regione Lazio)
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creazione di un Centro di eccellenza quale strumento per l'erogazione di servizi a imprese e organismi di ricerca e per la promozione di iniziative di sviluppo e innovazione</li> <li>• Tecnologie per la valorizzazione dei beni culturali: iniziative di supporto alla digitalizzazione, archiviazione e fruizione di contenuti culturali</li> <li>• Tecnologie per il turismo culturale: applicazioni e iniziative di sostegno alla visita culturale in mobilità e da remoto</li> </ul>
Attività principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazione di ICT alla fruizione dei beni culturali</li> <li>• Trasferimento tecnologico</li> </ul>
Numero e tipologie di attori	<p>Quattro attori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MIUR</li> <li>– Regione Lazio</li> <li>– Ministero dello Sviluppo Economico</li> <li>– Ministero dei Beni e delle Attività Culturali</li> </ul>
Risultati attesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progettazione e realizzazione di un'Anagrafe delle competenze sui nuovi materiali e tecnologie per i beni culturali</li> <li>• Creazione di un Centro servizi, finalizzato all'offerta di un'ampia gamma di servizi a imprese e organismi di ricerca per incentivare lo start-up di nuove realtà produttive, il trasferimento tecnologico e l'innovazione</li> <li>• Realizzazione di un'«Infrastruttura tecnologica del DT», atta ad accogliere, strutturare e presentare in modo omogeneo i prodotti di tutti gli interventi attuativi</li> <li>• Digitalizzazione di archivi di opere d'arte, servizi informativi per i turisti e circuiti culturali, percorsi di valorizzazione dei depositi museali, mostre (temporanee e permanenti), prototipo di pullman digitale (dispositivi tecnologici di supporto alla visita), materiali multimediali di narrazione e promozione del territorio, <i>infomediary</i> per il trasferimento tecnologico</li> </ul>

Veneto Nanotech	
Settore	Nanotecnologie
Anno costituzione	Protocollo d'Intesa firmato il 17 dicembre 2002 Accordo di Programma firmato il 17 marzo 2004
Forma di governance	Veneto Nanotech scpa, società consortile ad azionariato pubblico-privato con partecipazione del MIUR
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avvicinare le imprese alle nanotecnologie, sensibilizzandole riguardo alla necessità di innovare e di investire in R&amp;S per rimanere competitive, creando un circolo virtuoso di interazione che coinvolga istituzioni di ricerca, imprese innovative e investitori pubblici e privati</li> <li>• Creare un polo di eccellenza internazionale nella ricerca applicata nel settore delle nanotecnologie</li> <li>• Supportare lo sviluppo di nuova imprenditorialità tecnologica, favorendo la nascita di start-up nel settore nanotecnologico e aumentando gli investimenti privati nella ricerca</li> </ul>
Attività principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promozione e sostegno di programmi di ricerca</li> <li>• Campagne di divulgazione e informazione sulle nanotecnologie</li> <li>• Incontri di formazione e conferenze tematiche per imprenditori e studenti</li> <li>• Attrazione dall'esterno di scienziati e professionisti</li> </ul>
Numero e tipologie di attori	<p>Quarantadue attori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imprese (Gruppo Eurotech, Zhermack e altri)</li> <li>- Regione Veneto</li> <li>- Enti locali (Comuni, Province di Padova, Rovigo, Venezia e Treviso)</li> <li>- Camere di Commercio</li> <li>- Università (Ca' Foscari, IUAV, Padova, Verona)</li> <li>- CNR</li> <li>- Istituti (BCC, Banco Popolare) e fondazioni bancarie (Cariparo e Cassamarca)</li> <li>- Veneto Innovazione SpA</li> <li>- Parchi scientifici e tecnologici (Galileo, VEGA, STAR)</li> <li>- Certottica</li> </ul>
Risultati operativi attuali	Costituzione di Nanofab, laboratorio per le applicazioni delle nanotecnologie alla produzione industriale

## 124 Cluster creativi per i beni culturali

Distretto ICT – Torino Wireless	
Settore	ICT, nelle sue componenti software, multimediali, microelettroniche, ottiche, wireless e wireline Le applicazioni delle ICT riguardano i seguenti settori: Automotive, Aerospazio, Pubblica Amministrazione, Banking, Retail, Design, Energia, Agro-alimentare, Tessile, Logistica, Sanità, Meccanica
Anno costituzione	Protocollo d'Intesa firmato l'11 dicembre 2001 Accordo di Programma firmato il 30 maggio 2003
Tipologia di governance	Fondazione Torino Wireless, partecipata da Regione Piemonte, Comune, Provincia, MIUR, Camera di Commercio, Intesa San Paolo, Telecom Italia e Dylog Italia
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorire la sinergia tra gli attori pubblici e privati del mondo della ricerca, dell'imprenditoria e della finanza</li> <li>• Assicurare un diretto collegamento tra lo sviluppo delle attività di ricerca e l'evoluzione del mercato</li> <li>• Garantire una crescita costante del patrimonio di competenze che alimenta il distretto</li> <li>• Favorire la circolazione e la condivisione delle conoscenze, anche per un confronto con le migliori esperienze internazionali</li> </ul>
Attività principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promozione delle attività di ricerca applicata nelle imprese e del trasferimento tecnologico</li> <li>• Accelerazione di impresa, attraverso supporto consulenziale in ambito strategico e di marketing (Progetto PMI); promozione dell'aggregazione delle imprese lungo la filiera e in cluster (Progetto Clustering); incubazione (Progetto Start-Up); supporto all'internazionalizzazione soprattutto nel mercato USA (Global Access Program); informazione e orientamento sui fondi pubblici; management della conoscenza e degli asset intellettuali (Intellectual Asset Management Program)</li> <li>• Accesso al venture capital, attraverso la costituzione della finanziaria Piemontech e il fondo di investimento Innogest</li> </ul>
Numero e tipologie di attori	Ventitre attori: <ul style="list-style-type: none"> <li>– MIUR</li> <li>– Regione Piemonte</li> <li>– Imprese (FIAT, Alenia Aeronautica, Motorola, ST Microelectronics)</li> <li>– Enti locali (Comune e Provincia di Torino)</li> <li>– Camera di Commercio e Unione Industriali di Torino</li> <li>– Istituti bancari (Intesa San Paolo, Unicredit)</li> <li>– Università (Politecnico di Torino, Università degli Studi di Torino, Università del Piemonte Orientale)</li> <li>– Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni del CNR</li> </ul>
Risultati attesi	In dieci anni il numero dei ricercatori nel settore dovrà raddoppiare o triplicare, passando da 2.000 a 4.000 o persino a 6.000 unità L'incidenza delle attività ICT sul PIL dell'area dovrà duplicare dal 5 al 10%, generando la nascita di almeno 50 nuove imprese in grado di stare sul mercato
Risultati operativi attuali	Consolidamento e larga adesione ai progetti di sviluppo pre-competitivo, accelerazione di impresa e consulenza strategica; oltre 100 imprese assistite nell'ambito dei progetti di <i>networking</i> ; 170 imprese accompagnate all'accesso al <i>venture capital</i>

Distretto Tecnologico Pugliese High Tech	
Settore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali e dispositivi</li> <li>• Tecnoilluminazione</li> <li>• Bionanotecnologie e diagnostica</li> </ul>
Anno costituzione	<p>Protocollo d'Intesa firmato il 16 febbraio 2000            Accordo di Programma Quadro firmato il 28 aprile 2005</p>
Tipologia di governance	Dhitech scarl, società consortile ad azionariato pubblico-privato
Obiettivi	Ampliamento delle attività di R&S nei laboratori pubblico-privati nei tre settori interessati
Attività principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimoli alla ricerca</li> <li>• Formazione</li> </ul>
Numero e tipologie di attori	<p>Quindici attori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MIUR</li> <li>- Regione Puglia</li> <li>- Imprese (ST Microelectronics, Telecom Italia, Avio, FIAMM, Leuci)</li> <li>- CNR</li> <li>- Associazioni di categoria (CNA, Confindustria)</li> <li>- Università (Politecnico di Bari e Università di Bari, Foggia, Lecce, Salento)</li> <li>- Parco Scientifico Tecnologico della Puglia</li> </ul>
Risultati attesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidamento infrastrutturale della ricerca e del trasferimento tecnologico su materiali, tecnologie e dispositivi miniaturizzati per applicazioni di fotonica, elettronica, biotecnologia e diagnostica di nuova generazione</li> <li>• consolidamento di una piattaforma infrastrutturale per l'e-business management e l'intelligent management</li> <li>• Sviluppo di una piattaforma di calcolo ad alte prestazioni su Grid</li> <li>• Sviluppo di una piattaforma per la formazione high-tech pre e postlaurea, sia di italiani che di giovani del bacino euromediterraneo, per la creazione di un centro di attrazione per la formazione tecnologica nell'area mediterranea</li> </ul>
Risultati operativi attuali	<p>Costituzione dell'Istituto Superiore Universitario di Formazione Interdisciplinare (ISUFI), struttura di formazione e ricerca che comprende la Scuola Superiore ISUFI, 20 imprese (fra cui otto multinazionali: STMicroelectronics, Agilent Technologies, Alenia Marconi, TEch-Int, Engineering, Telecom, Hewlett-Packard e Avio) e l'Università di Lecce, coinvolgendo 150 ricercatori nei settori materiali e nanotecnologie, laboratori tecnologici, un polo di calcolo ad alte prestazioni e tre spin-off</p>

## 126 Cluster creativi per i beni culturali

Distretto Tecnologico dei Materiali Avanzati della Lombardia	
Settore	Materiali avanzati: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali ceramici innovativi (compositi a matrice ceramica e polimerica)</li> <li>• Compositi a matrice ceramica e polimerica</li> <li>• Materiali innovativi per componenti elettronici</li> <li>• Materiali micro e nanostrutturati</li> </ul>
Anno costituzione	Protocollo d'Intesa firmato il 22 dicembre 2003 Accordo di Programma firmato il 19 luglio 2004
Tipologia di governance	Coordinamento affidato a Regione Lombardia
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendere più efficaci i processi di trasferimento tecnologico nel complesso sistema delle imprese, favorendo l'interazione tra il mondo dell'impresa e quello della ricerca</li> <li>• Promuovere l'innovatività delle imprese partecipanti attraverso un maggior collegamento con i centri tecnologici legati alle università e ad altri centri di ricerca, coinvolgendole attivamente nei progetti di ricerca</li> </ul>
Attività principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimoli alla ricerca</li> <li>• Trasferimento tecnologico</li> </ul>
Numero e tipologie di attori	Cinque attori: <ul style="list-style-type: none"> <li>- MIUR</li> <li>- Regione Lombardia</li> <li>- Università degli Studi di Milano</li> <li>- Università degli Studi Milano Bicocca</li> <li>- Università degli Studi Vita-San Raffaele</li> </ul>
Risultati attesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raccordare fra loro gli attori del sistema della ricerca</li> <li>• Attivare una rete regionale di centri d'eccellenza: progetto Questio</li> <li>• Costituire un Centro di eccellenza, nel territorio di Legnano, sui materiali avanzati</li> <li>• Potenziare la cultura dell'innovazione e della capacità competitiva all'interno del sistema industriale lombardo</li> </ul>

# Per un'ipotesi di distretto tecnologico dei beni culturali in Toscana\*

Secondo la proposta presentata dal CNR-IFAC il punto di partenza naturale del Distretto Tecnologico dei Beni Culturali e della Città Sostenibile (DTBCCS) trova la sua giustificazione e fondamento nell'insieme di progetti di R&S tecnologico sviluppati nel corso degli ultimi quindici anni grazie al contributo del CNR toscano, delle università toscane e da un insieme di piccole, medie e grandi imprese e istituzioni culturali e di tutela operanti nel territorio (tab. 1).

Dal consolidamento di queste esperienze e dal superamento della loro frammentazione è maturata l'idea di aver raggiunto una massa critica sufficiente per richiederne la costituzione.

Sotto questo profilo il DTBCCS dovrà essere in grado di integrare sinergicamente una molteplicità di competenze, risorse umane, strumentali, produttive e gestionali, al fine di aumentare la competitività e favorire la crescita dei diversi comparti produttivi che si basano sulla valorizzazione economica del patrimonio archeologico, storico, artistico, architettonico, ambientale.

Le attività innovative coinvolgono un nucleo di PMI high-tech da portare a sistema e alcune grandi e medie imprese trainanti. Fra i settori più importanti ricordiamo il restauro e la documentazione, la diagnostica, l'editoria, l'artigianato artistico, l'impiantistica, la formazione e il turismo.

\* Questa Appendice rappresenta una sintesi della proposta presentata dall'IFAC e condivisa con i partner dei seguenti progetti di ricerca in corso: TEMART (2010-2011), VISITO Tuscany (2010-2011), NOSA-ITACA (2011-2012), TeCon@BC (2010-2011), TDT-BIOART (2010-2011), COPAC (2011-2012), ST@RT (2007-2010), CNR-ArteSalva (2011-2013), RIMIDIA (2010-2011). Cfr. Salimbeni (2011).

## 128 Cluster creativi per i beni culturali

Tab. 1 – Elenco di alcuni dei principali progetti finanziati nel settore dei beni culturali collegati

Data	Progetto
1994-1995	Progetto strategico «Beni Culturali», CNR
1995-2000	Azione COST G, «Ion beam analysis applied in Art and Archaeology», Commissione Europea
1996-1998	Progetto «Laser per il restauro», Regione Toscana (RRAT)
1996-2001	Progetto finalizzato «Beni Culturali», CNR
2000-2002	Progetto SCRIBA, «Studio, Comparazione metodologica, Ricerca tecnologica nelle Indagini di Beni Artistico-storici», INFN
2000-2003	«Tecniche neutroniche per l'archeometallurgia», CNR (Agenzia 2000)
2000-2003	Progetto Parnaso «Sviluppo di un sistema avanzato per la valutazione dell'usura di pavimenti storici», MIUR
2000-2006	Key Action COST G7, «Lasers in Art Conservation», Commissione Europea
2000-2006	Progetto SIDART, «Sistema Integrato per la Diagnostica dei beni ARTistici», finanziato dal MIUR nell'ambito del Programma Operativo Nazionale
2001	Progetto «Arte, tecnologia e finanza», MIUR
2001-2003	Progetto «RIS+ Tuscany», Regione Toscana, Commissione Europea
2001-2004	Progetto speciale LABEC, «Laboratorio Beni Culturali», per l'installazione iniziale del laboratorio acceleratore, INFN (8 miliardi di lire)
2001-2004	«The Museum of Pure Form», Commissione Europea FP5
2001-2005	Contributo ex DM 8/10/1996 n. 623 D.D. 784 Ric del 24/07/01: «Consolidamento di porosi di interesse artistico con nuovi materiali nanofasici» «Alta formazione per l'utilizzo di nanomateriali nella conservazione» «Nuovi sistemi colloidali per la conservazione»
2002-2003	Progetto «Advanced On-site Restoration», Programma europeo Culture 2000
2002-2005	Create, Commissione Europea FP5
2003-2004	Progetto OPTOCANTIERI «Tecnologie optoelettroniche per i BBCC», Regione Toscana (PRAI)
2003-2004	Progetto LASERSTONE «Tecnologie laser per l'artigianato lapideo», Regione Toscana (PRAI)
2003-2005	Progetto MASAI, «Metodologie Applicative per lo Studio di Arte e Inquinamento», INFN (circa 90 Keuro)
2003-2008	Progetto Eu-Artech, «Access Research and Technology for the Conservation of the European Cultural Heritage», Cultural Heritage «Research Infrastructure», Commissione Europea FP6

Data	Progetto
2004-2007	Progetto europeo BRICKS, «Project Building resources for Integrated Cultural Knowledge Services», VI Programma Quadro della Commissione Europea nell'area Information Society Technology
2004-2007	Progetto europeo DELOS, «Network of Excellence on Digital Libraries», VI Programma Quadro, NoE, Commissione Europea FP6
2004-2007	EU COST Action E41 «Analytical tools with applications for wood and pulping chemistry», Workgroup 3, «Characterisation of extractives»
2005	«Nuova filiera produttiva per il comparto tessile calzatura italiano basata su polimeri nanocompositi», MIUR-FIRB
2005-2006	Progetto «Saving Sacred Relics of European Medieval Cultural Heritage», Programma europeo Culture 2000
2006	Progetto «Nuovi elementi in cotto trattati con <i>coating</i> nanostrutturati», Regione Toscana
2006	Progetto «Popolonia etrusca e romana: produzione, commerci e consumi», PRIN
2006-2007	Analisi delle politiche delle regioni italiane in materia di sistemi museali, Fondazione MPS (Toscana, Veneto, Marche)
2006-2008	Progetto MARASMA, «Misure di Accuratezza e Riproducibilità in Applicazioni di Spettroscopia di Massa con Acceleratore», INFN
2006-2008	Progetto DANTE, «Developments of Analytical Nuclear Techniques», INFN
2006-2008	MULTIMATCH, «Multimedia Multilingual Access to Cultural Heritage», STREP, Commissione Europea FP6
2006-2009	Progetto Art Past, «Applicazione informatica in rete per la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale», MiBAC
2006-2010	Progetto SIUSA, «Sistema Informativo Unificato per le Soprintendenze Archivistiche», MiBAC
2006-2010	Progetto europeo CALLAS, «Conveying Affectiveness in Leading-edge Living Adaptive Systems», VI Programma Quadro della Commissione Europea
2006-2011	Progetto BLU-Archeosys, «Tecnologie innovative e sistemi avanzati a supporto dell'archeologia subacquea», cofinanziato dal MIUR e dall'UE nell'ambito del Fondo per le agevolazioni alla ricerca
2006-2011	«MeSiDE», «Portable device for measuring stone and plaster roughness», MIUR-FIRB
2007-2008	ArcheoMed «Tecnologie per l'archeologia subacquea», Regione Toscana, Intereg
2007-2009	AUTHENTICO, «Authentication techniques for metal artefacts», Commissione Europea FP6
2007-2010	«Municipalia – Storia della tutela in due centri italiani, Pisa e Forlì», Fondazione cassa dei risparmi di Forlì



### 130 Cluster creativi per i beni culturali

Data	Progetto
2007-2010	Progetto per la realizzazione di una digital library per la gestione e la consultazione di fonti orali, MiBAC
2007-2010	ST@RT «Tecnologie per i beni culturali», Regione Toscana
2008-2010	Analisi delle politiche delle Regione Autonoma della Sardegna in materia di sistemi museali, Fondazione Banco di Sardegna (Sardegna)
2008-2010	Analisi delle politiche delle regioni italiane in materia di sistemi museali, Scuola Normale Superiore (Sicilia, Puglia, Lazio, Sardegna)
2008-2010	Analisi contabile, amministrativa e gestionale di alcuni sistemi museali presenti nel territorio della Regione Toscana, Fondazione MPS (Toscana)
2008-2010	Progetto MIUR PRIN «Colori e balsami nell'antichità: dallo studio chimico alla conoscenza delle tecnologie in cosmesi, pittura e medicina»
2008-2011	FIRB 2006, Archivio informatizzato delle testimonianze di cultura artistica e letteraria in fondi manoscritti tra Ottocento e Novecento, Da Cavalcaselle a Brandi
2008-2011	EFG, «European Film Gateway», eContent, Commissione Europea FP7
2008-2011	Progetto V-CITY, «The Virtual City», Commissione Europea FP7
2008-2012	POPART, «Preservation Of Plastic Artefacts in museum collections», Commissione Europea FP7
2008-2012	Progetto 3DCOFORM, «Tools and Expertise for 3D Collection Formation», Commissione Europea FP7
2009-2011	Progetto europeo ATHENA, «Access To cultural Heritage Networks Across Europe», finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma eContentplus e coordinato dal MiBAC
2009-2011	Progetto RIDAGMA, «Riduzione dell'Incertezza nelle Datazioni Archeometriche e Geologiche e in Misure Ambientali», INFN
2009-2011	Progetto FARE, «FAsci Rarefatti in Esterno», INFN
2009-2011	Progetto VISITO Tuscany, «Tecnologie informatiche per l'accesso ai BBCC», POR-FESR, Regione Toscana
2009-2013	Progetto CHARISMA, «Cultural Heritage Research Infrastructure», Commissione Europea FP7
2010-2011	Analisi delle politiche delle regioni italiane in materia di sistemi museali, Scuola Normale Superiore (Calabria, Abruzzo, Basilicata, Umbria, Liguria, Emilia Romagna)
2010-2011	Progetto CUSTOM, Regione Toscana, Bando unico Ricerca e Sviluppo 2008 – Linee A-B-C, Risorse disponibili su POR-CReO, sul PRSE e sul Progetto Distretti ECeSDIT
2010-2011	Progetto RIMIDIA, Regione Toscana
2010-2011	Progetto MIUR PRIN «Metodiche di proteomica e immunochimica per lo studio della componente proteica in patine ad ossalato e manufatti pittorici»

Data	Progetto
2010-2012	Progetto TeCon@BC, «Nuovi materiali per la conservazione», POR-FESR, Regione Toscana
2010-2012	Progetto TEMART, «Tecniche avanzate per la conoscenza e la conservazione di BBCC», POR-FESR, Regione Toscana
2010-2012	Progetto ASSETS, «Advanced Search Services and Enhanced Technological Solutions for the European Digital Library», ICT-PSP, Commissione Europea FP7
2010-2012	Progetto Europeo MEMORI, Commissione Europea FP7
2010-2012	«Augmented Reality for Museums», POR-FESR Regione Toscana
2010-2013	«ArteSalva», «Architettura Tecnologia Salvaguardia Valorizzazione degli immobili storici in degrado», POR-FESR, Regione Toscana
2010-2013	Progetto europeo CARARE, «Connecting ARchaeology and ARchitecture in Europeana», ICT PSP 2009 Best Practice Network
2010-2014	Progetto europeo ENArC, «European Network on Archival Cooperation», Programma europeo Culture 2007-2013
2011-2013	THESAURUS, «Tecniche per l'Esplorazione Sottomarina Archeologica mediante l'Utilizzo di Robot Autonomi in Sciami», Regione Toscana, PAR FAS Linea di Azione 1.1.a.3
2011-2013	Progetto NOSA-ITACA, «Strumenti informatici per la modellazione e la verifica del comportamento strutturale di costruzioni antiche», PAR/FAS, Regione Toscana
2011-2013	Progetto COPAC, «Conservazione Preventiva dell'Arte Contemporanea», PAR/FAS, Regione Toscana
2011-2015	Progetto V-MUST.NET, «Virtual Museum Transnational Network», Commissione Europea FP7

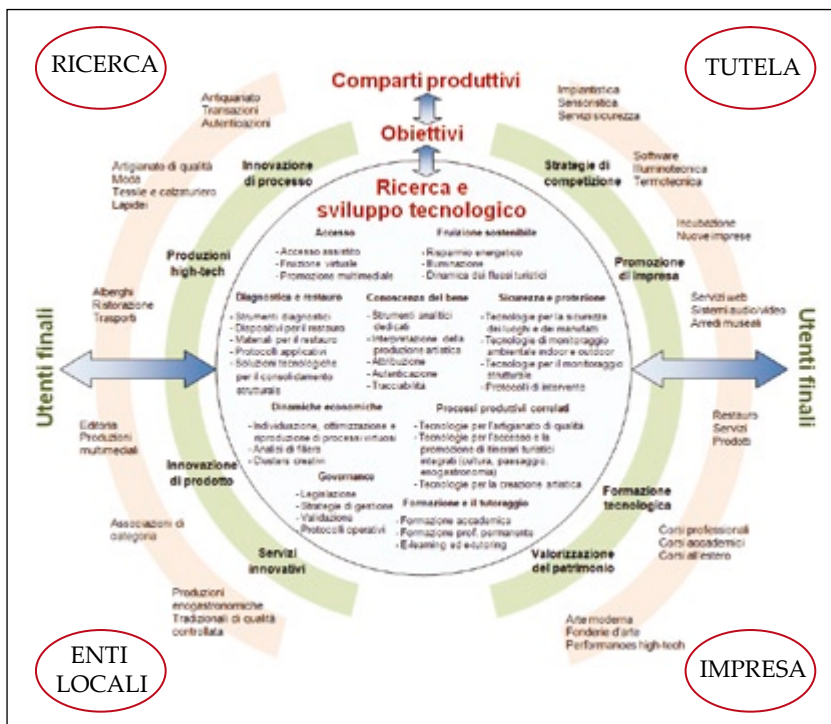
Fonte: Salimbeni (2011).

Nella fig. 1 vengono sintetizzate le principali attività di Ricerca e Sviluppo Tecnologico (RTD) svolte, gli attori interessati e le filiere produttive/di servizi collegate alla conservazione e valorizzazione dei beni culturali.

Uno dei principali obiettivi che attraverso la costituzione di questo distretto si dovrebbe raggiungere è quello del conseguimento di una posizione di leadership a livello europeo nel comparto in questione. Obiettivo che per essere raggiunto deve avere un opportuno sostegno su base non solo regionale, ma anche nazionale. A questo può essere richiesta la localizzazione in Toscana di un'authority che indirizzi in maniera omogenea la governance di questo settore, vista anche la rilevanza assunta in termini economici dall'intero comparto.

Il DTBCCS viene considerato come una struttura organizzativa che opera per progetti:

Fig. 1 – Principali attività di Ricerca e Sviluppo Tecnologico nella conservazione e valorizzazione dei beni culturali.

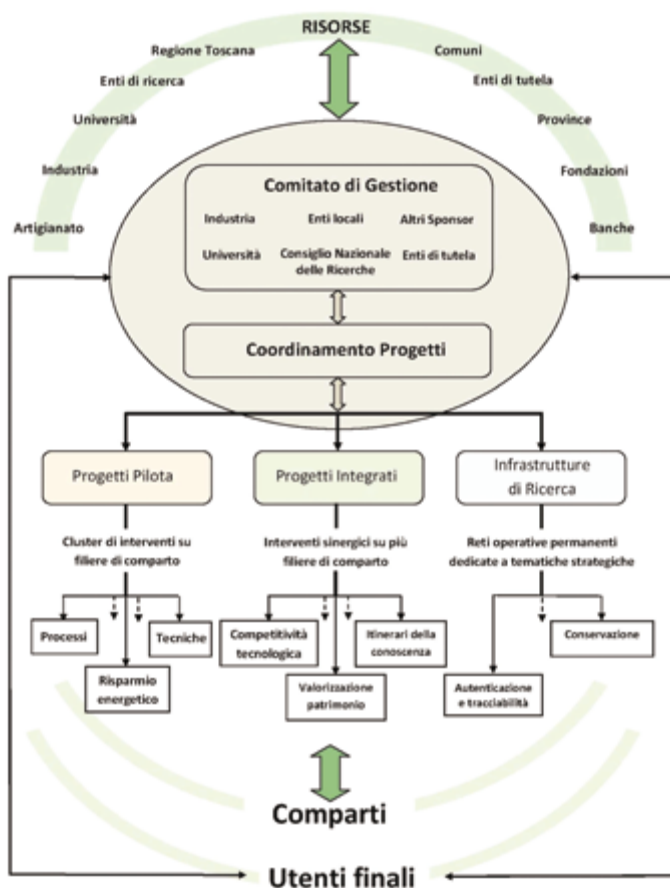


Fonte: Salvatore Siano (IFAC-CNR).

- *progetti pilota*, che costituiscono esempi di trasferimento tecnologico dalla ricerca, al mondo delle imprese agli utenti finali;
- *progetti integrati*, che connettono sinergicamente più filiere di comparto;
- *infrastrutture* di servizi avanzati, che rispondono alle esigenze di una domanda reale di servizi innovativi non ancora adeguata.

Quanto agli aspetti più propriamente gestionali si è pensato all'individuazione di due organismi distinti, ma interconnessi: un *Comitato di gestione* e un *Coordinamento progetti*, uno di indirizzo e l'altro di attuazione del programma, con una struttura interna delle responsabilità da definire. Il primo, costituito da rappresentanze delle componenti primarie: enti locali, CNR, università, enti di tutela, industria e grandi sponsor. Il secondo, formato dai responsabili dei progetti in essere, per realizzare un'integrazione fra i progetti per raggiungere gli obiettivi strategici, organizzare le iniziative comuni, estendere il numero dei comparti produttivi coinvolti, aumentando l'impatto dell'offerta tecnologica sul territorio (fig. 2).

Fig. 2 – Un'ipotesi di gestione del distretto tecnologico dei beni culturali.



Fonte: Salimbeni (2011).



## Bibliografia

- Andersson D.E., Andersson Å.E. e Mellander C. (a cura di) 2011, *Handbook of Creative Cities*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Asmus J.F. 2003, *LACONA: past, present, and future?*, «Journal of Cultural Heritage», 4(1): 3-7.
- Asmus J.F., Murphy C.G. e Munk W.H. 1974, *Studies on the interaction of laser radiation with art artifacts*, in R.F. Wuerker (a cura di), *Developments in Laser Technology II*, Atti del 17° convegno della Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, San Diego, 27-29 agosto 1973, SPIE, Palos Verdes Estates, CA: 19-30.
- Asmus J.F., Seracini M. e Zetler M.J. 1976, *Surface morphology of laser-cleaned stone*, «Lithoclasthia», 1: 23-46.
- Asmus J.F., Westlake D.L. e Newton H.T. 1975, *Laser technique for the divestment of a lost Leonardo da Vinci mural*, «Journal of Vacuum Science and Technology», 12(6): 1352-1355.
- Bakhshi H. e Throsby D. 2010, *Culture of Innovation: An Economic Analysis of Innovation in Arts and Cultural Organisations*, NESTA, London.
- Bakhshi H., McVittie E. e Simmie J. 2008, *Creating Innovation: Do the Creative Industries Support Innovation in the Wider Economy?*, NESTA, London.
- Bauman Z. 2000, *Liquid Modernity*, Polity Press, Cambridge.
- Becattini G. 1989, *Il distretto industriale come ambiente creativo*, in E. Benedetto (a cura di), *Mutazioni tecnologiche e condizionamenti interaziendali*, Franco Angeli, Milano: 19-33.
- Becattini G., Bellandi M. e De Propriis L. (a cura di) 2009, *A Handbook of Industrial Districts*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Belussi F. e Staber U. (a cura di) 2011, *Managing Networks of Creativity*, Routledge, London.
- Bennett R. e Savani S. 2003, *The rebranding of city places: An international comparative investigation*, «International Public Management Review», 4(2): 70-87.

- Bille T. e Schulze G. 2006, *Culture in urban and regional development*, in V.A. Ginsburgh e D. Throsby (a cura di), *Handbook of the Economics of Art and Culture*, Elsevier, Amsterdam: 1051-1093.
- Bordalo R. 2008, *Intervista con Asmus J.*, «From Laser to Art Conservation», «E-conservation, the online magazine», 3(febbraio): 12-19.
- Boschma R. 2005, *Proximity and innovation: A critical assessment*, «Regional Studies», 39(1): 61-74.
- Boschma R. e Immarino S. 2009, *Related variety, trade linkages and regional growth in Italy*, «Economic Geography» 85(3): 289-311.
- Breit W. 1987, *Creating the Virginia school: Charlottesville as an academic environment in the 1960s*, «Economic Inquiry», 25(4): 645-657.
- Burfitt A., Macneill S. e Gibney J. 2007, *The dilemmas of operationalizing cluster policy: The medical technology cluster in the West Midlands*, «European Planning Studies», 15(9): 1273-1290.
- Burroni L. e Trigilia C. 2011, *Le città dell'innovazione. Dove e perché cresce l'alta tecnologia in Italia. Rapporto di Artimino sullo sviluppo locale 2010*, Il Mulino Bologna.
- Burt R.S. e Minor M.J. (a cura di) 1983, *Applied Network Analysis*, Sage, Beverly Hills.
- Calcagno G., Koller M. e Nimmrichter J. 1997, *Restauratoren Blätter*, Atti della conferenza internazionale, LACONA I, Heraklion, Creta, Grecia, 4-6 ottobre 1995, LACONA I, 39, numero speciale, Vienna.
- Calcagno G., Pummer E. e Koller M. 2000, *St. Stephen's Church in Vienna: Criteria for Nd:YAG laser cleaning on an architectural scale*, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl. 1): 111-117.
- Camagni R. e Maillat D. 2006, *Milieux innovateurs. Théorie et politiques*, Economica Anthropos, Paris.
- Camagni R., Maillat D. e Matteaccioli D. (a cura di) 2004, *Ressources naturelles et culturelles, milieux et développement local*, EDES, Neuchatel.
- Cantamessa M. e Paolucci E. (a cura di) 2004, *Il distretto ICT piemontese: capacità di innovazione, dinamiche di sviluppo e ruolo della Fondazione Torino Wireless*, Fondazione Torino Wireless e Istituto Superiore Mario Boella, Torino.
- Capello R. 2007, *Regional Economics*, Routledge, London.
- Chesbrough H.W., Vanhaverbeke W. e West J. 2006, *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, Oxford University Press, New York.
- Cinti T. 2007, *Musei e territorio. Le dinamiche dei cluster museali a Firenze*, Carocci, Roma.
- Clifton N. e Cooke P. 2009, *Creative knowledge workers and location in Europe and North America: A comparative review*, «Creative Industries Journal», 2(1): 73-89.
- CNR-IFAC 2010, *Progetto TEMART*, Progetto presentato alla Regione Toscana.
- Cohen W. e Levinthal D. 1990, *Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation*, «Administrative Science Quarterly», 35(1): 128-152.
- Colbert F. 2007, *Marketing Culture and the Arts* (terza ed.), Carmelle and Rémi Marcoux Chairin Arts Management, HEC Montréal, Montreal.

- Collins English Dictionary 1998, Harper Collins, Glasgow, <<http://www.collinsdictionary.com>> (02/12).
- Cooke P. e Lazzeretti L. (a cura di) 2008, *Creative cities, Cultural Clusters and Local Economic Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Cooper M.I., Emmony D.C. e Larson J. 1995, *Characterization of laser cleaning of limestone*, «Optics & Laser Technology», 27(1): 69-73.
- De Bono 1971, *The Use of Lateral Thinking*, Penguin Books Harmondsworth, Middlesex, UK.
- De Propriis L. e Lazzeretti L. 2009, *Measuring the decline of a Marshallian industrial district: The Birmingham Jewellery Quarter*, «Regional Studies», 42(9): 1135-1154.
- De Propriis L., Chapain C., Cooke P., MacNeill S. e Mateos-Garcia J. 2009, *The Geography of Creativity*, NESTA, London.
- Dei Ottati G. 2006, *El efecto distrito. Algunos aspectos conceptuales de sus ventajas competitivas*, «Economía Industrial», 359: 73-79.
- Department for Culture Media and Sport (DCMS) 2001, *Creative Industries Mapping Document 2001*, DCMS, London.
- Dew N., Saradswaty S.D. e Venkataraman S. 2004, *The economic implications of exaptation*, «Journal of Evolutionary Economics», 14(1): 69-86.
- El.En. Group 2009, *Soluzioni tecnologiche per il restauro, Light for Art, Laser for conservation*, El.En. Group, <[http://www.elengroup.com/LIGH/ITA/Cat\\_Restauro.pdf](http://www.elengroup.com/LIGH/ITA/Cat_Restauro.pdf)> (02/12).
- Etzkowitz H. e Leydesdorff L. (a cura di) 1998, *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Cassell Academic, London.
- Feldman M.P. e Audretsch D.B. 1999, *Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization, and Localized Competition*, «European Economic Review», 43: 409-429.
- Fincato O. 2009, *The talented monument restorer*, «Oggi7. The weekly magazine of America Oggi», 3 maggio.
- Fiscato G. e Pilotti L. (a cura di) 2010, *Competitività e dinamiche di sviluppo locale: teorie, modelli e casi empirici*, CEDAM, Padova.
- Florida R. 2002, *The Rise of Creative Class*, Basic Books, New York.
- Florida R. e Tinagli I. 2004, *Europe in the Creative Age*, Demos, London.
- Fotakis C. 1995, *Lasers for art's sake!*, «Optics and Photonics News», 6: 30.
- Fotakis C., Anglos D., Zafirooulos V., Georgiou S. e Tornari V. 2007, *Lasers in the Preservation of Cultural Heritage. Principles and Applications*, CRC Press-Taylor and Francis, London.
- Freeman L.C. 1979, *Centrality in social networks: Conceptual clarification*, «Social Networks», 1: 215-239.
- Frenken K., van Oort F.G. e Verburg T. 2007, *Related variety, unrelated variety and regional economic growth*, «Regional Studies», 41(5): 685-697.
- Giuliani E. 2005, *Cluster absorptive capacity*, «European Urban and Regional Studies», 12(3): 269-288.



- Glaeser E. 2005, *Review of Richard Florida' The Rise of the Creative Class*, «Regional Sciences and Urban Economics», 35: 593-596.
- Glaeser E., Kallall H., Scheinkman J. e Shleifer A. 1992, *Growth in cities*, «Journal of Political Economy», 100: 1126-1152.
- Governado-Mitre I., Prieto A.C., Zafiropulos V., Spetsidou Y. e Fotakis C. 1997, *On-line monitoring of laser cleaning of limestone by laser induced breakdown spectroscopy*, «Applied Spectroscopy», 51: 1125.
- Goodman L.A. 1961, *Snowball sampling*, in «Annals of Mathematical Statistics», 32(1): 148-170.
- Grefe X. 2003, *La valorisation économique du patrimoine*, La Documentation Française, Paris.
- Hanneman R.A. e Riddle M. 2005, *Introduction to Social Network Methods*, University of California, Riverside, CA.
- Hellman T. e Puri M. 2002, *Venture capital and the professionalization of start-up firms: Empirical evidence*, «Journal of Finance», 57(1): 169-197.
- Hubbard P. 2006, *City*, Routledge, London.
- Jacobs J. 1969, *The Economy of Cities*, Random House, New York.
- Jeffcutt P. e Pratt A. (a cura di) 2009, *Creativity and Innovation in the Cultural Economy*, Routledge, London.
- Kautek W., König E., Fotakis C., Vergès-Belmin V., Watkins V. e Bonsanti G. (a cura di) 1997, *Lasers in the Conservation of Artworks*, in *Restauratoren Blätter*, Atti della conferenza internazionale, LACONA I, Heraklion, Creta, Grecia, 4-6 ottobre 1995, LACONA I, 39, numero speciale, Vienna.
- Kebir L. e Crevoisier O. 2008, *Cultural resources and regional development: The case of the cultural legacy of watchmaking*, in P. Cooke e L. Lazzeretti (a cura di), *Creative Cities, Cultural Clusters and Local Economic Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK: 48-70.
- Kebir L. e Torre A. 2012, *Geographical proximity and new short supply food chains*, in Lazzeretti L. (a cura di), *Creative Industries and Innovation in Europe*, Routledge, London, in corso di stampa.
- Kenney M. e Florida R. 2000, *Venture capital in Silicon Valley: Fueling new firm foundation*, in M. Kenney (a cura di), *Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford University Press, Stanford.
- Kline S.J. e Rosenberg N. 1986, *An overview of innovation*, in R. Laudan e N. Rosenberg (a cura di), *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington, DC: 275-305.
- Labouré M., Bromblet P., Oriol G., Simon-Boisson C. e Wiedemann G. 2000, *Assessment of laser cleaning rate on limestones*, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl. 1): 21-27.
- Landry C. 2000, *The Creative City. A Toolkit for Urban Innovation*, Comedia/Earthscan, London.
- Law C.M. 1993, *Urban Tourism: Attracting Visitors to Large Cities*, Mansell Publishing, London.

- Lazzarini L., Asmus J.F. e Marchesini L. 1972, *Lasers for the Cleaning of Statuary: Initial Results and Potentialities*, Atti del I simposio internazionale su «Deterioration of Building Stones», Les Imprimeries Reunies de Chambéry, Chambéry: 89-94.
- Lazzeretti L. (a cura di) 2004, *Art Cities, Cultural Districts and Museums*, Firenze University Press, Firenze.
- 2005, *Città d'arte e musei come «luoghi di significati»: una possibile risposta alle sfide della «surmodernità»*, «Economia e Politica Industriale», 33(1): 65-88.
  - 2009, *The creative capacity of culture and the New Creative Milieu*, in G. Becattini, M. Bellandi e L. De Propriis (a cura di), *The Handbook of Industrial Districts*, Edward Elgar, Cheltenham, UK: 281-294.
  - 2011, *Il modello della «capacità creativa della cultura». Principali aspetti teorici*, in L. Pilotti (a cura di), *Creatività ed innovazione e territorio. Ecosistemi del valore per la competizione globale*, Il Mulino, Bologna, pp. 115-136.
  - 2012, *Creative Industries and Innovation in Europe*, Routledge, London, in corso di stampa.
- Lazzeretti L. e Cinti T. 2001, *La valorizzazione economica del patrimonio artistico delle città d'arte: il restauro artistico a Firenze*, Firenze University Press, Firenze.
- 2012 *From cultural cluster to creative cluster: The case of art restoration in Florence*, in L. Lazzeretti (a cura di), *Creative Industries and Innovation in Europe*, Routledge, London, in corso di stampa.
- Lazzeretti L., Boix R. e Capone F. 2008, *Do creative industries cluster? Mapping creative local production systems in Italy and Spain*, in «Industry and Innovation», 15(5): 549-567.
- Lazzeretti L., Capone F. e Cinti T. 2011, *Open innovation in city of art: The case of laser in conservation of artworks in Florence*, «City, Culture and Society», 2(3): 159-168.
- Lee S.Y., Florida R. e Zoltan J.A. 2004, *Creativity and entrepreneurship: A regional analysis of new firm formation*, «Regional Studies», 38: 879-891.
- Lester R.K. e Piore M.J. 2004, *Innovation. The Missing Dimension*, Harvard University Press, Cambridge.
- Lomi A. 1991, *Reti organizzative. Teoria, tecnica, applicazione*, Il Mulino, Bologna.
- Lorenzen M. e Frederiksen L. 2008, *Why do cultural industries cluster? Localisation, urbanization, products and projects*, in P. Cooke e L. Lazzeretti (a cura di), *Creative Cities, Cultural Clusters and Local Economic Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK: 155-179.
- Lorenzen M. e Täube F. 2008, *Breakout from Bollywood? The roles of social networks and regulation in the evolution of Indian film industry*, «Journal of International Management», 14(3): 286-299.
- Maillat D. 1992, *Milieux et dynamique territoriale de l'innovation*, «Revue canadienne des sciences régionales», 15(2): 199-218.
- Margheri F., Modi S., Masotti L., Mazzinghi P., Pini R., Siano S. e Salimbeni R. 2000, *Smart Clean: a new laser system with improved emission characteristics*

- and transmission through long optical fibres*, «Journal of Cultural Heritage», 1: S119-S123.
- Markusen A., Wassall G., De Natale D. e Cohen R. 2008, *Defining the creative economy: Industry and occupational approaches*, «Economic Development Quarterly», 24: 24-45.
- Marshall A 1890, *Principles of Economy*, Macmillan, London.  
— 1920, *Industry and Trade*, Macmillan, London.
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) 2010, *Programma Nazionale della Ricerca*, MIUR, Roma, <<http://www.miur.it/UserFiles/3239.pdf>> (02/12).
- Mommas H. 2004, *Cultural clusters and post-industrial city: Towards the remapping of urban cultural policy*, «Urban Studies», 41(3): 507-532.
- Noteboom B. 2000, *Learning and Innovation in Organizations and Economies*, Oxford University Press, Oxford.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) 2007, *Competitive Cities. A New Entrepreneurial Paradigm in Spatial Development*, OECD, Paris.
- Orial G. 1995, *Nettoyage des pierres des monuments français par laser, 1ère partie: Mise au point de la méthode et contrôle de l'innocuité*, in *Preservation and Restoration of Cultural Heritage*, Atti del congresso LCP, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne: 469-479.
- Orial G. e Gauffillet J.P. 1989, *Nettoyage des monuments historiques par desincrustation photonique des salissures*, in *Technologie industrielle conservation restauration du patrimoine culturel*, Colloque AFTPV/SFIIC, Nice, France: 118-125.
- Osservatorio Nazionale Distretti Italiani 2011, *Secondo Rapporto*, <<http://www.osservatoriodistretti.org>> (02/12).
- Paseti A., Delgado Rodrigues J., Bouineau A. et al. 1994, *Test di pulitura di materiali lapidei con metodi tradizionali nell'ambiente del progetto di ricerca BRITE LAMA*, Contributo presentato in *Scienza e beni culturali. La pulitura delle superfici dell'architettura*, NR. 4, 10 – Bilancio e Prospettive, Bressanone.
- Pilotti L. 2003, *Conoscere l'arte per conoscere. Marketing identità e creatività delle risorse culturali verso ecologie del valore per la sostenibilità*, CEDAM, Padova.
- Pina e Cuha M., Clegg S.R. e Mendonça S. 2010, *On serendipity and organisation*, «European Management Journal», 28: 319-330.
- Pini R., Salimbeni R., Siano S., Giamello M., Guasparri G., Sabatini G. e Scala A. 1999, *Laser cleaning of lapidary objects*, «Kermes», 34: 29-39.
- Pini R., Siano S., Salimbeni R., Pasquinucci M. e Miccio M. 2000a, *Tests of laser cleaning on archeological metal artefacts*, in *Lasers in Conservation of Artworks*, Atti della conferenza internazionale LACONA III, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl.).
- Pini R., Siano S., Salimbeni R., Piazza V., Giamello M., Sabatini G. e Bevilacqua F. 2000b, *Application of a new laser cleaning procedure to the mausoleum of Theodoric*, in *Lasers in Conservation of Artwork*, Atti della conferenza internazionale LACONA III, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl.).

- Plaza B., Tironi M. e Haarich S.N. 2009, *Bilbao's art scene and the «Guggenheim effect» revisited*, «European Planning Studies», 17(11): 1711-1729.
- Portale Nazionale della Ricerca Italiana s.d., *Distretti Tecnologici in Italia*, <[http://www.ricercaitaliana.it/distretti\\_schedalunga.htm](http://www.ricercaitaliana.it/distretti_schedalunga.htm)> (02/12).
- Porter M. E. 1998, *On Competition*, Harvard Business School Press, Boston.
- Power D. e Nielsen T. 2010, *Priority Sector: Creative and Cultural Industries*, European Cluster Observatory, European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Power D. e Scott A.J. 2004, *Cultural Industries and Production of Culture*, Routledge, London-New York.
- Pratt A.C. 2008, *Creative cities: The cultural industries and the creative class*, «Geografiska Annaler: Series B – Human Geography», 90(2): 107-117.
- Rullani E. 2004, *Economia della conoscenza. Creatività e valore nel capitalismo delle reti*, Carocci, Roma.
- 2010, *Modernità sostenibile*, Marsilio, Venezia.
- Sabatini G., Giamello M., Pini R., Siano S. e Salimbeni R. 2000, *Laser cleaning methodologies for stone facades and monuments: Laboratory analyses on lithotypes of Siena architecture*, in *Lasers in Conservation of Artworks*, Atti della conferenza internazionale LACONA III, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl.).
- Salimbeni R. 2011, *Distretti dei patrimoni culturali: strategia per l'innovazione e l'internazionalizzazione*, in *Europa 20: Innovazione nel mediterraneo edilizia eco-sostenibile e distretti dei patrimoni culturali. Governance, esperienze e progetti*, Firenze, 26-28 gennaio.
- Salimbeni R., Mazzinghi P., Pini R., Siano S., Vannini M., Matteini M. e Aldrovandi A. 1998, *Laser Restoration of Paintings: Issues and Perspectives*, in A. Guarino et al. (a cura di), *Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Atti del congresso, Catania-Siracusa, 27 novembre-2 dicembre 1995), CNR, Catania: 811-815.
- Salimbeni R., Pini R. e Siano S. 2001, *Achievement of optimum laser cleaning in the restoration of artworks: Expected improvements by on-line optical diagnostics*, «Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy», 56(6): 877-885.
- 2002, *Thirty years of laser applications in conservation*, in A.H. Guenther (a cura di), *International Trends in Applied Optics*, SPIE Press, Bellingham: 667-688.
- Salimbeni R., Pini R., Siano S. e Calcagno G. 2000, *Assessment of the state of conservation of stone artworks after laser cleaning: Comparison with conventional cleaning results on a two decades follow up*, «Journal of Cultural Heritage», 1: 385-391.
- Salimbeni R., Zafiropulos V., Radvan R., Vergès-Belmin V., Kautek W., Andreoni A., Sliwinski G., Castillejo M. e Ahmad R. 2003, *The European Community Research concerning Laser Techniques in Conservation: Results and Perspectives*, COST G7 Action, <<http://alpha1.infim.ro/cost/>>.
- Santagata W. 2002, *Cultural districts, property rights and sustainable economic growth*, «International Journal of Urban and Regional Research», 26(1): 9-23.

## 142 Cluster creativi per i beni culturali

- (a cura di) 2009, *Libro bianco sulla creatività. Per un modello italiano di sviluppo*, Università Bocconi Editore, Milano.
- Saxenian A.L. 1994, *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Boston.
- Scott A.J. 2005, *On Hollywood. The Place, the Industry*, Princeton University Press, Princeton.
- 2008, *Social Economy of the Metropolis: Cognitive-Cultural Capitalism and the Global Resurgence of Cities*, Oxford University Press, Oxford.
- 2010, *Cultural economy and the creative field of the city*, «Geografiska Annaler, Series B – Human Geography», 92(2): 115-130.
- Sedita S. e Bettiol M. 2012, *Design at work: The interwoven effect of territorial embeddedness, social ties and business networks*, in L. Lazzeretti (a cura di), *Creative Industries and Innovation in Europe*, Routledge, London, in corso di stampa.
- Sedita S. e Paiola M. 2009, *Il management della creatività*, Carocci, Roma.
- Siano S. e Grazzi F. 2007, *Optimised pulse duration for the laser cleaning of oil gilding*, «Il Nuovo Cimento», C 30: 123-128.
- Siano S. e Miccio M. 2008, *La tecnica esecutiva*, in M. Cygielman (a cura di), *La Minerva di Arezzo*, Soprintendenza Archeologica della Toscana, Firenze, 175-190.
- Siano S. e Salimbeni R. 2001, *The Gate of Paradise: Physical optimization of the laser cleaning approach*, «Studies in Conservation», 46: 269-281.
- 2010, *Advances in laser cleaning of artwork and objects of historical interest: The optimized pulse duration approach*, «Accounts of Chemical Research», 43: 739-750.
- Siano S., Agresti J., Cacciari I., Ciofini D., Mascalchi M., Osticioli I., Mencaglia A.A. 2012, *Laser cleaning in conservation of stone, metal, and painted artefacts: State of the art and new insights on the use of the Nd:YAG lasers*, «Applied Physics A», 106: 419-446.
- Siano S., Appolonia L., Piccirillo A. e Brunetto A. 2008, *Castle of Quart, Aosta Valley: Laser uncovering of medieval wall paintings*, in M. Castillejo et al. (a cura di), *Atti della conferenza internazionale LACONA VII*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London: 191-198.
- Siano S., Brunetto A., Mencaglia A., Guasparri G., Scala A., Droghini F. e Bagnoli A. 2007, *Integration of laser ablation techniques for cleaning the wall paintings of the Sagrestia Vecchia and Cappella del Manto in Santa Maria della Scala, Siena*, in J. Nimmrichter et al. (a cura di), *Atti della conferenza internazionale LACONA VI*, Springer-Verlag, Berlin: 191-201.
- Siano S., Margheri F., Mazzinghi P., Pini R., Salimbeni R., Toci G. e Vannini M. 1996, *Laser Ablation in Artworks Restoration: Benefits and Problems*, Atti della conferenza internazionale LASERS 95, Clarlestone USA, STS Press, McLean, VA: 441-444.
- Siano S., Margheri F., Pini R., Mazzinghi P. e Salimbeni R. 1997, *Cleaning processes of encrusted marbles by Nd:YAG lasers operating in free running and Q-switching regimes*, «Applied Optics», 36: 7073-7079.

- Siano S., Mascalchi M. e Fratini F. 2010, *I dipinti murali: caratterizzazione materica e messa a punto della tecnica di pulitura laser*, in B. Mazzei, *Il cubicolo degli Apostoli nelle catacombe romane di Santa Tecla, cronaca di una scoperta*, Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, Città del Vaticano: 253-264.
- Siano S., Nicolai M.L. e Porcinai S. 2003, *David di Andrea del Verrocchio: caratterizzazione e trattamenti conservativi*, in B. Paolozzi Strozzi e M.G. Vaccari (a cura di), *Il Bronzo e l'oro, Il David del Verrocchio restaurato*, Giunti, Firenze: 97-108.
- Siano S., Pini R., Salimbeni R., Giusti A. e Matteini M. 2003, *Laser cleaning methodology for the preservation of the porta del Paradiso by Lorenzo Ghiberti*, «Journal of Cultural Heritage» 4(Suppl. 1): 140S-146S.
- Tornari V., Bonarou A., Zafirooulos V., Fotakis C. e Doulgeridis M. 2000, *Holographic applications in evaluation of defect and cleaning procedures*, «Journal of Cultural Heritage», 1(Suppl. 1): S325-S329.
- Torre A. e Gilly J.P. 2000, *On the analytical dimension of proximity dynamic*, «Regional Studies», 34(2): 169-180.
- Towse R. (a cura di) 2011, *A Handbook of Cultural Economics* (seconda ed.), Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Trullén J. e Boix R. 2008, *Knowledge externalities and networks of cities in the creative metropolis*, in P. Cooke e L. Lazzeretti (a cura di), *Creative Cities, Cultural Clusters and Local Economic Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK: 211-237.
- Vergès-Belmin V. 2003, *Foreword, Laser in the Conservation of Artworks – LACONA IV*, «Journal of Cultural Heritage», 4(1): 1-2.
- Vergès-Belmin V., Pichot C. e Oriol G. 1993, *Elimination de croûtes noires sur marbre et craie: à quel niveau arrêter le nettoyage?*, in M.J. Thiel (a cura di), *Conservation of Stone and other Materials*, Atti del congresso internazionale RILEM/UNESCO, Paris 29 giugno-1° luglio, E & FN, London: 534-541.
- Vergès-Belmin V., Wiedemann G., Weber L., Cooper M., Crump D. e Gouverne R. 2003, *A review of health hazards linked to the use of lasers for stone cleaning*, «Journal of Cultural Heritage», 4: 33S-37S.
- Wasserman S. e Faust K. 1994, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, New York.
- Wellman B. 1988, *Structural analysis: From method and metaphor to theory and substance*, in B. Wellman e S. Berkowitz (a cura di), *Social Structures: A Network Approach*, Cambridge University Press, Cambridge: 19-61.



STRUMENTI  
PER LA DIDATTICA E LA RICERCA

1. Brunetto Chiarelli, Renzo Bigazzi, Luca Sineo (a cura di), *Alia: Antropologia di una comunità dell'entroterra siciliano*
2. Vincenzo Cavaliere, Dario Rosini, *Da amministratore a manager. Il dirigente pubblico nella gestione del personale: esperienze a confronto*
3. Carlo Biagini, *Information technology ed automazione del progetto*
4. Cosimo Chiarelli, Walter Pasini (a cura di), *Paolo Mantegazza. Medico, antropologo, viaggiatore*
5. Luca Solari, *Topics in Fluvial and Lagoon Morphodynamics*
6. Salvatore Cesario, Chiara Fredianelli, Alessandro Remorini, *Un pacchetto evidence based di tecniche cognitivo-comportamentali sui generis*
7. Marco Masseti, *Uomini e (non solo) topi. Gli animali domestici e la fauna antropocora*
8. Simone Margherini (a cura di), *BIL Bibliografia Informatizzata Leopardiana 1815-1999: manuale d'uso ver. 1.0*
9. Paolo Puma, *Disegno dell'architettura. Appunti per la didattica*
10. Antonio Calvani (a cura di), *Innovazione tecnologica e cambiamento dell'università. Verso l'università virtuale*
11. Leonardo Casini, Enrico Marone, Silvio Menghini, *La riforma della Politica Agricola Comunitaria e la filiera olivicolo-olearia italiana*
12. Salvatore Cesario, *L'ultima a dover morire è la speranza. Tentativi di narrativa autobiografica e di "autobiografia assistita"*
13. Alessandro Bertirotti, *L'uomo, il suono e la musica*
14. Maria Antonietta Rovida, *Palazzi senesi tra '600 e '700. Modelli abitativi e architettura tra tradizione e innovazione*
15. Simone Guercini, Roberto Piovan, *Schemi di negoziato e tecniche di comunicazione per il tessile e abbigliamento*
16. Antonio Calvani, *Technological innovation and change in the university. Moving towards the Virtual University*
17. Paolo Emilio Pecorella, *Tell Barri/Kahat: la campagna del 2000. Relazione preliminare*
18. Marta Chevanne, *Appunti di Patologia Generale. Corso di laurea in Tecniche di Radiologia Medica per Immagini e Radioterapia*
19. Paolo Ventura, *Città e stazione ferroviaria*
20. Nicola Spinosi, *Critica sociale e individuazione*
21. Roberto Ventura (a cura di), *Dalla misurazione dei servizi alla customer satisfaction*
22. Dimitra Babalis (a cura di), *Ecological Design for an Effective Urban Regeneration*
23. Massimo Papini, Debora Tringali (a cura di), *Il pupazzo di garza. L'esperienza della malattia potenzialmente mortale nei bambini e negli adolescenti*
24. Manlio Marchetta, *La progettazione della città portuale. Sperimentazioni didattiche per una nuova Livorno*
25. Fabrizio F.V. Arrigoni, *Note su progetto e metropoli*
26. Leonardo Casini, Enrico Marone, Silvio Menghini, *OCM seminativi: tendenze evolutive e assetto territoriale*
27. Pecorella Paolo Emilio, Raffaella Pierobon Benoit, *Tell Barri/Kahat: la campagna del 2001. Relazione preliminare*
28. Nicola Spinosi, *Wir Kinder. La questione del potere nelle relazioni adulti/bambini*
29. Stefano Cordero di Montezemolo, *I profili finanziari delle società vinicole*
30. Luca Bagnoli, Maurizio Catalano, *Il bilancio sociale degli enti non profit: esperienze toscane*
31. Elena Rotelli, *Il capitolo della cattedrale di Firenze dalle origini al XV secolo*
32. Leonardo Trisciuzzi, Barbara Sandrucci, *Tamara Zappaterra, Il recupero del sé attraverso l'autobiografia*
33. Nicola Spinosi, *Invito alla psicologia sociale*
34. Raffaele Moschillo, *Laboratorio di disegno. Esercitazioni guidate al disegno di arredo*
35. Niccolò Bellanca, *Le emergenze umanitarie complesse. Un'introduzione*



36. Giovanni Allegretti, *Porto Alegre una biografia territoriale. Ricercando la qualità urbana a partire dal patrimonio sociale*
37. Riccardo Passeri, Leonardo Quagliotti, Christian Simoni, *Procedure concorsuali e governo dell'impresa artigiana in Toscana*
38. Nicola Spinosi, *Un soffitto viola. Psicoterapia, formazione, autobiografia*
39. Tommaso Urso, *Una biblioteca in divenire. La biblioteca della Facoltà di Lettere dalla penna all'elaboratore. Seconda edizione rivista e accresciuta*
40. Paolo Emilio Pecorella, Raffaella Pierobon Benoit, *Tell Barri/Kahat: la campagna del 2002. Relazione preliminare*
41. Antonio Pellicanò, *Da Galileo Galilei a Cosimo Noferi: verso una nuova scienza. Un inedito trattato galileiano di architettura nella Firenze del 1650*
42. Aldo Burresi (a cura di), *Il marketing della moda. Temi emergenti nel tessile-abbigliamento*
43. Curzio Cipriani, *Appunti di museologia naturalistica*
44. Fabrizio F.V. Arrigoni, *Incipit. Esercizi di composizione architettonica*
45. Roberta Gentile, Stefano Mancuso, Silvia Martelli, Simona Rizzitelli, *Il Giardino di Villa Corsini a Mezzomonte. Descrizione dello stato di fatto e proposta di restauro conservativo*
46. Arnaldo Nesti, Alba Scarpellini (a cura di), *Mondo democristiano, mondo cattolico nel secondo Novecento italiano*
47. Stefano Alessandri, *Sintesi e discussioni su temi di chimica generale*
48. Gianni Galeota (a cura di), *Traslocare, riaggregare, rifondare. Il caso della Biblioteca di Scienze Sociali dell'Università di Firenze*
49. Gianni Cavallina, *Nuove città antichi segni. Tre esperienze didattiche*
50. Bruno Zanoni, *Tecnologia alimentare 1. La classe delle operazioni unitarie di disidratazione per la conservazione dei prodotti alimentari*
51. Gianfranco Martiello, *La tutela penale del capitale sociale nelle società per azioni*
52. Salvatore Cingari (a cura di), *Cultura democratica e istituzioni rappresentative. Due esempi a confronto: Italia e Romania*
53. Laura Leonardi (a cura di), *Il distretto delle donne*
54. Cristina Delogu (a cura di), *Tecnologia per il web learning. Realtà e scenari*
55. Luca Bagnoli (a cura di), *La lettura dei bilanci delle Organizzazioni di Volontariato toscane nel biennio 2004-2005*
56. Lorenzo Grifone Baglioni (a cura di), *Una generazione che cambia. Civismo, solidarietà e nuove incertezze dei giovani della provincia di Firenze*
57. Monica Bolognesi, Laura Donati, Gabriella Granatiero, *Acque e territorio. Progetti e regole per la qualità dell'abitare*
58. Carlo Natali, Daniela Poli (a cura di), *Città e territori da vivere oggi e domani. Il contributo scientifico delle tesi di laurea*
59. Riccardo Passeri, *Valutazioni imprenditoriali per la successione nell'impresa familiare*
60. Brunetto Chiarelli, Alberto Simonetta, *Storia dei musei naturalistici fiorentini*
61. Gianfranco Bettin Lattes, Marco Bontempi (a cura di), *Generazione Erasmus? L'identità europea tra vissuto e istituzioni*
62. Paolo Emilio Pecorella, Raffaella Pierobon Benoit, *Tell Barri / Kahat. La campagna del 2003*
63. Fabrizio F.V. Arrigoni, *Il cervello delle passioni. Dieci tesi di Adolfo Natalini*
64. Saverio Pisaniello, *Esistenza minima. Stanze, spazi della mente, reliquiario*
65. Maria Antonietta Rovida (a cura di), *Fonti per la storia dell'architettura, della città, del territorio*
66. Ornella De Zordo, *Saggi di anglistica e americanistica. Temi e prospettive di ricerca*
67. Chiara Favilli, Maria Paola Monaco, *Materiali per lo studio del diritto antidiscriminatorio*
68. Paolo Emilio Pecorella, Raffaella Pierobon Benoit, *Tell Barri / Kahat. La campagna del 2004*
69. Emanuela Caldognetto Magno, Federica Cavicchio, *Aspetti emotivi e relazionali nell'e-learning*
70. Marco Masseti, *Uomini e (non solo) topi (2ª edizione)*
71. Giovanni Nerli, Marco Pierini, *Costruzione di macchine*
72. Lorenzo Viviani, *L'Europa dei partiti. Per una sociologia dei partiti politici nel processo di integrazione europea*
73. Teresa Crespellani, *Terremoto e ricerca. Un percorso scientifico condiviso per la caratterizzazione del comportamento sismico di alcuni depositi italiani*

74. Fabrizio F.V. Arrigoni, *Cava. Architettura in "ars marmoris"*
75. Ernesto Tavoletti, *Higher Education and Local Economic Development*
76. Carmelo Calabrò, *Liberalismo, democrazia, socialismo. L'itinerario di Carlo Rosselli (1917-1930)*
77. Luca Bagnoli, Massimo Cini (a cura di), *La cooperazione sociale nell'area metropolitana fiorentina. Una lettura dei bilanci d'esercizio delle cooperative sociali di Firenze, Pistoia e Prato nel quadriennio 2004-2007*
78. Lamberto Ippolito, *La villa del Novecento*
79. Cosimo Di Bari, *A passo di critica. Il modello di Media Education nell'opera di Umberto Eco*
80. Leonardo Chiesi (a cura di), *Identità sociale e territorio. Il Montalbano*
81. Piero Degl'Innocenti, *Cinquant'anni, cento chiese. L'edilizia di culto nelle diocesi di Firenze, Prato e Fiesole (1946-2000)*
82. Giancarlo Paba, Anna Lisa Pecoriello, Camilla Perrone, Francesca Rispoli, *Partecipazione in Toscana: interpretazioni e racconti*
83. Alberto Magnaghi, Sara Giacomozzi (a cura di), *Un fiume per il territorio. Indirizzi progettuali per il parco fluviale del Valdarno empolese*
84. Dino Costantini (a cura di), *Multiculturalismo alla francese?*
85. Alessandro Viviani (a cura di), *Firms and System Competitiveness in Italy*
86. Paolo Fabiani, *The Philosophy of the Imagination in Vico and Malebranche*
87. Carmelo Calabrò, *Liberalismo, democrazia, socialismo. L'itinerario di Carlo Rosselli*
88. David Fanfani (a cura di), *Pianificare tra città e campagna. Scenari, attori e progetti di nuova ruralità per il territorio di Prato*
89. Massimo Papini (a cura di), *L'ultima cura. I vissuti degli operatori in due reparti di oncologia pediatrica*
90. Raffaella Cerica, *Cultura Organizzativa e Performance economico-finanziarie*
91. Alessandra Lorini, Duccio Basosi (a cura di), *Cuba in the World, the World in Cuba*
92. Marco Goldoni, *La dottrina costituzionale di Sieyès*
93. Francesca Di Donato, *La scienza e la rete. L'uso pubblico della ragione nell'età del Web*
94. Serena Vicari Haddock, Marianna D'Ovidio, *Brand-building: the creative city. A critical look at current concepts and practices*
95. Ornella De Zordo (a cura di), *Saggi di Anglistica e Americanistica. Ricerche in corso*
96. Massimo Moneglia, Alessandro Panunzi (edited by), *Bootstrapping Information from Corpora in a Cross-Linguistic Perspective*
97. Alessandro Panunzi, *La variazione semantica del verbo essere nell'Italiano parlato*
98. Matteo Gerlini, *Sansone e la Guerra fredda. La capacità nucleare israeliana fra le due superpotenze (1953-1963)*
99. Luca Raffini, *La democrazia in mutamento: dallo Stato-nazione all'Europa*
100. Gianfranco Bandini (a cura di), *noi-loro. Storia e attualità della relazione educativa fra adulti e bambini*
101. Anna Taglioli, *Il mondo degli altri. Territori e orizzonti sociologici del cosmopolitismo*
102. Gianni Angelucci, Luisa Vierucci (a cura di), *Il diritto internazionale umanitario e la guerra aerea. Scritti scelti*
103. Giulia Mascagni, *Salute e disuguaglianze in Europa*
104. Elisabetta Cioni, Alberto Marinelli (a cura di), *Le reti della comunicazione politica. Tra televisioni e social network*
105. Cosimo Chiarelli, Walter Pasini (a cura di), *Paolo Mantegazza e l'Evoluzionismo in Italia*
106. Andrea Simoncini (a cura di), *La semplificazione in Toscana. La legge n. 40 del 2009*
107. Claudio Borri, Claudio Mannini (edited by), *Aeroelastic phenomena and pedestrian-structure dynamic interaction on non-conventional bridges and footbridges*
108. Emiliano Scampoli, *Firenze, archeologia di una città (secoli I a.C. – XIII d.C.)*
109. Emanuela Cresti, Iørn Korzen (a cura di), *Language, Cognition and Identity. Extensions of the endocentric/exocentric language typology*
110. Alberto Parola, Maria Ranieri, *Media Education in Action. A Research Study in Six European Countries*

111. Lorenzo Grifone Baglioni (a cura di), *Scegliere di partecipare. L'impegno dei giovani della provincia di Firenze nelle arene deliberative e nei partiti*
112. Alfonso Lagi, Ranuccio Nuti, Stefano Taddei, *Raccontaci l'ipertensione. Indagine a distanza in Toscana*
113. Lorenzo De Sio, *I partiti cambiano, i valori restano? Una ricerca quantitativa e qualitativa sulla cultura politica in Toscana*
114. Anna Romiti, *Coreografie di stakeholders nel management del turismo sportivo*
115. Guidi Vannini (a cura di), *Archeologia Pubblica in Toscana: un progetto e una proposta*
116. Lucia Varra (a cura di), *Le case per ferie: valori, funzioni e processi per un servizio differenziato e di qualità*
117. Gianfranco Bandini ( a cura di), *Manuali, sussidi e didattica della geografia. Una prospettiva storica*
118. Anna Margherita Jasink, Grazia Tucci e Luca Bombardieri (a cura di), *MUSINT. Le Collezioni archeologiche egee e cipriote in Toscana. Ricerche ed esperienze di museologia interattiva*
119. Ilaria Caloi, *Modernità Minoica. L'Arte Egea e l'Art Nouveau: il Caso di Mariano Fortuny y Madrazo*
120. Heliana Mello, Alessandro Panunzi, Tommaso Raso (edited by), *Pragmatics and Prosody. Illocution, Modality, Attitude, Information Patterning and Speech Annotation*
121. Luciana Lazzeretti, *Cluster creativi per i beni culturali. L'esperienza toscana delle tecnologie per la conservazione e la valorizzazione*