



# Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo

DIREZIONE GENERALE SICUREZZA DEL PATRIMONIO CULTURALE

## PIANO STRAORDINARIO DI MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI IMMOBILI

Comma 4 dell'articolo 14 del decreto legge 28 settembre 2018, n. 109 convertito nella legge 16 novembre 2018, n.130

### Premessa

Il comma 4 dell'articolo 14 del decreto legge 28 settembre 2018, n. 109, recante "Disposizioni urgenti per la città di Genova, la sicurezza della rete nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, degli eventi sismici del 2016 e 2017, il lavoro e le altre emergenze" prevede, nell'ambito delle attività di conservazione, l'adozione da parte del MiBACT di un **piano straordinario nazionale di monitoraggio e conservazione dei beni culturali immobili** per la cui realizzazione sono stati destinati sul proprio stato di previsione della spesa € 10.000.000,00, per ciascuno degli anni 2019 e 2020.

Letteralmente. "Il Ministero per i beni e le attività culturali adotta un piano straordinario nazionale di monitoraggio e conservazione dei beni culturali immobili, che definisce i criteri per l'individuazione dei beni da sottoporre a monitoraggio e ai conseguenti interventi conservativi, nonché i necessari ordini di priorità dei controlli, anche sulla base di specifici indici di pericolosità territoriale e di vulnerabilità individuale degli immobili, e i sistemi di controllo strumentale da utilizzare nonché le modalità di implementazione delle misure di sicurezza, conservazione e tutela".

La legge dispone risorse per un investimento *una tantum* per la realizzazione di un piano specifico, quindi non sono stanziamenti a decorrere anche per gli anni successivi al 2020. Tale previsione è di notevole rilevanza per la definizione del Piano medesimo. Non sono previste altresì risorse per gestire i sistemi "di controllo strumentale" negli anni successivi al 2020.

Tale iniziativa si inserisce nel più ampio ambito delle attività istituzionali del MiBACT volte alla conservazione del patrimonio culturale, e specificatamente dei beni immobili e alla loro sicurezza nei riguardi dei differenti fattori di rischio sia naturali che antropici.

Il Piano straordinario nazionale di monitoraggio e conservazione dei beni culturali immobili, di seguito "Piano",

- definisce i criteri per l'individuazione dei beni da sottoporre in via preliminare a monitoraggio e ai successivi interventi di conservazione;
- individua i necessari ordini di priorità dei controlli, anche sulla base di specifici indici di pericolosità territoriale e di vulnerabilità individuale degli immobili;
- individua i sistemi di controllo strumentale da utilizzare;
- individua le modalità di implementazione delle misure di sicurezza, conservazione e tutela.

Tali finalità trovano corrispondenza con i fabbisogni espressi dagli utenti nazionali responsabili del monitoraggio e conservazione dei BB.CC. nell'ambito delle attività di consultazione degli utenti del Forum Nazionale degli Utenti Copernicus<sup>1</sup>.

Tali fabbisogni hanno concorso a definire i requisiti tecnici per la definizione dei servizi operativi nazionali di

<sup>1</sup> Il Forum Nazionale degli Utenti Copernicus è lo strumento della Presidenza del Consiglio dei Ministri (PCM) finalizzato alla condivisione dell'informazione relativamente agli sviluppi del Programma Copernicus, Programma di osservazione della Terra dell'Unione Europea. Ha anche l'obiettivo di coordinare i requisiti e le necessità espressi dagli utenti nazionali al fine di massimizzare l'utilizzo dei prodotti erogati da Copernicus a livello di Paese e, altresì, di incidere sugli sviluppi del Programma Europeo, user driven per Regolamento. Assume quindi il ruolo di hub centrale di connessione e raccordo tra i diversi attori che hanno necessità di integrare, nel loro ordinario, servizi e informazioni legati all'osservazione della Terra.



Ministero  
per i beni e le  
attività culturali  
e per il turismo

monitoraggio del territorio, che verranno erogati nel prossimo futuro mediante l'implementazione della Space Economy - Programma Mirror Copernicus, la cui realizzazione è regolata in ambito COMINT<sup>2</sup>.

L'attività proposta si collega quindi alla Programmazione Finanziaria del COMINT che raccorda le diverse amministrazioni centrali presso la Struttura di Coordinamento, in relazione all'implementazione dei servizi innovativi in via di sviluppo all'interno del Mirror Copernicus attraverso la piattaforma COMAP<sup>3</sup>. L'iniziativa del MIBACT rappresenta un ulteriore cofinanziamento per l'utilizzo innovativo di dati di Osservazione della Terra riferiti ai beni culturali e integrati al dato in-situ.

Tale Piano Nazionale OT, che vede la sua definizione nell'ambito delle attività del Gruppo di Lavoro della PCM " Osservazione della Terra ", prevede inoltre l'armonizzazione della normativa (ivi compresa quella relativa alla Legge del 16 novembre 2018, n. 130) che concerne il monitoraggio satellitare<sup>4</sup>.

## **1. Finalità**

Il Piano di monitoraggio prevede che i beni individuati come soggetti a maggior rischio di perdita o di danno vengano sottoposti ad un sistema di controlli finalizzato a consentire di avviare tempestivamente gli interventi conservativi necessari a salvaguardare i beni stessi in caso di evidenti livelli di criticità che emergano in fase di monitoraggio.

Tale strategia, affiancandosi all'insostituibile azione di manutenzione programmata e di prevenzione, consente di minimizzare l'impatto degli interventi attraverso una gestione "attiva" del rischio residuo, che nell'ambito dei beni culturali coniuga il principio del minimo intervento strutturale, rispettoso del bene e della sua concezione originale, con quello di avere un livello di rischio accettabile senza ricorrere ad invasivi interventi di innalzamento della capacità 'resistente' specialmente nei confronti delle azioni eccezionali.

Tale piano si pone 2 obiettivi fondamentali:

- 1) effettuare il monitoraggio di edifici e manufatti di interesse culturale maggiormente vulnerabili (es. strutture snelle quali torri, campanili etc.) in relazione alla loro sicurezza strutturale, finalizzando e specializzando progetti già avviati di monitoraggio del contesto territoriale e ambientale sul quale tali beni insistono;
- 2) offrire ai proprietari ed ai gestori del patrimonio immobile nonché alle istituzioni a vario titolo interessate, uno strumento di supporto decisionale, nella forma di un sistema di monitoraggio che consenta al responsabile del singolo bene di poter attivare le necessarie procedure operative e gli eventuali successivi interventi di conservazione in relazione ai risultati del monitoraggio stesso.

## **2. Lo stato dell'arte**

Il tema del monitoraggio dello stato dei beni immobili di interesse culturale in relazione alle situazioni di rischio è sempre stato considerato di estrema importanza dal MIBACT che negli anni a più riprese, ma senza continuità di programmazione, ha cercato di implementare politiche e strumenti adatti. Infatti solo da una conoscenza individuale del patrimonio e da un controllo periodico e sistematico (monitoraggio) dell'evoluzione dello stato di conservazione

---

<sup>2</sup> Il Comitato interministeriale per le politiche relative allo spazio e alla ricerca aerospaziale (in breve COMINT) è stato istituito nell'art. 2 della LEGGE 11 gennaio 2018, n. 7 che ha modificato l'articolo 21, comma 2 del Decreto legislativo 4 giugno 2003, n. 128, attribuendo alla Presidenza del Consiglio l'alta direzione, la responsabilità politica generale e il coordinamento delle politiche dei Ministeri relative ai programmi spaziali e aerospaziali, nell'interesse dello Stato. Il Comitato supporta il Presidente del Consiglio (che opera mediante un Sottosegretario delegato) nell'indirizzo e coordinamento in materia spaziale e aerospaziale anche con riferimento ai servizi operativi correlati.

<sup>3</sup> La Space Economy è la catena del valore che, partendo dalla ricerca, sviluppo e realizzazione delle infrastrutture spaziali abilitanti arriva fino alla generazione di prodotti e servizi innovativi "abilitanti" (servizi di telecomunicazione, di navigazione e posizionamento, di monitoraggio ambientale e del territorio e di previsione meteo, ecc.). Essa rappresenta una delle più promettenti traiettorie di sviluppo dell'economia mondiale dei prossimi decenni. Per Mirror Copernicus e piattaforma COMAP vedi nel seguito del testo.

<sup>4</sup> Il Gruppo di Lavoro Osservazione della Terra (GdL OT), è stato istituito dal Comitato Interministeriale per le politiche relative allo spazio e alla ricerca aerospaziale (COMINT), istituito presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, di cui alla legge 11 gennaio 2018, n. 7.

I compiti del GdL OT sono: 1). coordinare le attività di osservazione della Terra di interesse istituzionale, monitorando altresì la raccolta delle esigenze di osservazione della Terra di tutte le Amministrazioni ed Enti Nazionali e locali pubblici per svilupparle in modo coordinato in termini di servizi e sistemi upstream-midstream-downstream; 2). definire un "Piano Nazionale per lo sviluppo di capacità di Osservazione della Terra"; 3) valutare la possibilità di introdurre, emendare e armonizzare le discipline che regolano il monitoraggio del territorio; 4). definire una Struttura nazionale permanente di analisi dei dati e delle informazioni di Osservazione della Terra (Struttura Nazionale OT).



del bene e del sito in cui tale bene è inserito, possono essere stabiliti le tipologie ed il livello di rischio cui tale bene è esposto. I risultati derivanti da questo processo di analisi dovrebbero costituire il supporto decisionale più efficace per una corretta programmazione e la relativa allocazione di risorse, ivi incluse quelle per rispondere agli aspetti emergenziali e/o di urgenza. Si sono infatti spesso effettuate numerose valutazioni della sicurezza strutturale di beni immobili di interesse culturali, scelti senza alcuna preventiva individuazione di priorità derivante da criteri di analisi di rischio più generali e spesso avulsi da piani di interventi direttamente riconducibili alle risultanze stesse di tali verifiche.

Ad oggi, ai fini della programmazione degli interventi sul patrimonio culturale secondo il criterio del livello di rischio a cui sono soggetti, l'unico strumento sistematico disponibile e parzialmente aggiornato è la Carta del Rischio del patrimonio culturale (<http://www.cartadelrischio.beniculturali.it>), elaborato dal MiBACT e gestito dalla DG Sicurezza del Patrimonio culturale.

In vista degli sviluppi della Space Economy Nazionale, con particolare riferimento ai servizi operativi di monitoraggio del territorio tramite osservazione della Terra di prossima erogazione nell'ambito del Programma Nazionale Mirror Copernicus, definiti anche con il concorso del MiBACT e della comunità nazionale per la conservazione e la protezione dei BB.CC., l'opportunità di finanziamento offerta dalla norma del 2018 risulta utile per aggiornare le risorse conoscitive già disponibili nei diversi *repository* del Ministero, in primis la Carta del Rischio e SecurArt, sistema in cui sono archiviate le informazioni sui danni e sulla gestione degli eventi calamitosi nonché i principali dati volti alla caratterizzazione architettonica, strutturale ed impiantistica del patrimonio immobiliare gestito direttamente dal MiBACT, quale verità "a terra" e di futuro complemento all'informazione che verrà fornita dai servizi operativi di monitoraggio di cui al Mirror Copernicus.

La disamina seguente, delle realizzazioni e delle iniziative in corso sia in ambito nazionale che europeo, è necessaria per contestualizzare tali sviluppi allineandoli con le politiche nazionali e comunitarie capitalizzando quindi sull'esistente, evitando quanto più possibile eventuali duplicazioni ed ottimizzando le capacità nazionali.

## **2.1 Progetti di ricerca nazionali**

Con D.M. 15/02/2019 (decreto di rimodulazione del D.M. 25/09/2017) con il quale è stata approvata la rimodulazione del D.M. 28 gennaio 2016, sono stati stanziati fondi per un *Progetto nazionale di monitoraggio e manutenzione programmata del patrimonio archeologico e monumentale*. In particolare si prevede la realizzazione ed integrazione di un monitoraggio plurisistemico anche mediante l'analisi satellitare del patrimonio archeologico e monumentale nazionale. Il soggetto di coordinamento è il Parco Archeologico del Colosseo e l'azione è indirizzata a sei parchi archeologici nazionali: Colosseo, Pompei, Ercolano, Paestum, Campi Flegrei, Ostia Antica.

Con Ordinanza PCM 3274/2003 s.m.i. e successiva Direttiva PCM 12.10.2007 è stato finanziato un importo di € 4.000.000 per realizzare un *Progetto di verifica della sicurezza sismica di 45 musei statali situati in zone ad alta sismicità: Conoscenza delle vulnerabilità sismiche delle principali tipologie architettoniche dei musei italiani*. Il progetto, gestito tramite ARCUS S.p.A. (dal 19.03.2016 incorporata in ALES S.p.A), società di servizi in *house providing* del MiBACT, è stato realizzato con la collaborazione tecnica di alcuni Dipartimenti di ingegneria strutturale coordinati dall'Università di Napoli Federico II.

Con DPCM 21 luglio 2017 è stato ripartito il fondo di cui all'articolo 1, comma 140 della legge 11 dicembre 2016, n.132 e successiva rimodulazione del 27/03/2018. Per il MiBACT è stato disposto il finanziamento per un importo di € 371.995.370 di n. 426 interventi su immobili tutelati finalizzati alla riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale architettonico con preliminare valutazione della vulnerabilità sismica.

## **2.2 Il contesto di sviluppo: Il piano Space Economy Nazionale e il Mirror Copernicus**

Copernicus, il programma europeo per l'Osservazione della Terra (OT), è stato istituito nel 2014 con specifico Regolamento del Parlamento Europeo n. 377/2014, 3 Aprile 2014. L'obiettivo principale perseguito è quello di favorire l'utilizzo da parte di vari soggetti istituzionali e del settore privato di dati provenienti da molteplici fonti per offrire un accesso autonomo, indipendente e in tempi brevi, ad informazioni legate al monitoraggio dell'ambiente e della sicurezza.



Sulla base di quanto ideato e congiuntamente condiviso tra Stati Membri e Commissione Europea e realizzato a livello europeo in ambito Copernicus, sono stati definiti l'architettura, la struttura ed i contenuti del Mirror Copernicus del Piano Strategico Space Economy finanziato dal MISE.

Nel Piano stralcio Space Economy, il Programma Mirror Copernicus nasce con l'obiettivo strategico di rafforzare il posizionamento del sistema produttivo nazionale nell'emergente mercato europeo e globale dei servizi geo-spaziali, attraverso la realizzazione, sul territorio nazionale e a leadership nazionale, di un'innovativa infrastruttura abilitante, aperta, scalabile, interoperabile con altri sistemi analoghi, in grado di accelerarne lo sviluppo ed aumentarne la competitività. Tale infrastruttura è definita "Infrastruttura Abilitante per il Mercato dei Servizi GeoSpaziali (IA-MSGs)" o alternativamente, "Copernicus Marketplace (CoMaP)".

Tale infrastruttura intende rispondere alle necessità di gestire la grande ed eterogenea mole di dati geospaziali che progressivamente ed esponenzialmente Copernicus sta rendendo disponibili agli utenti, e in tal senso si inserisce in un più ampio quadro europeo che vede lo sviluppo di piattaforme trasversali e di raccordo tra i servizi Copernicus e le missioni di OT europee e nazionali, a supporto dell'erogazione, interconnessione, interoperabilità ed amalgamazione dei servizi di monitoraggio del territorio ritenuti di interesse nazionale.

Gli utenti istituzionali responsabili della conservazione dei BB.CC. sono stati consultati nell'ambito delle attività del Forum Nazionale degli Utenti Copernicus, al fine di raccogliere e coordinare i loro fabbisogni in termini di necessità di monitoraggio. I fabbisogni espressi hanno concorso alla definizione dei servizi operativi di monitoraggio del territorio e dell'ambiente afferenti agli sviluppi del Mirror Copernicus.

### **2.3 Identificazione dei servizi tematici di riferimento**

L'interazione con le comunità di soggetti istituzionali e la conseguente analisi dei requisiti indicati dai vari attori, ha portato all'identificazione di otto servizi tematici, categorie che raggruppano una molteplicità di servizi utili per l'espletamento dei compiti istituzionali dei soggetti interessati nelle varie aree tematiche<sup>5</sup>.

I singoli servizi identificati rispecchiano l'attuale capacità degli utenti nazionali di sintetizzare i propri fabbisogni identificando cluster di strumenti, in parte già esistenti e con margini di miglioramento, in parte da realizzare ex novo, per analizzare, monitorare, prevedere i fenomeni che nelle varie aree tematiche afferiscono ai propri compiti istituzionali.

In riferimento alle necessità di monitoraggio espresse da coloro che si occupano di conservazione dei BB.CC., si evidenzia che esse hanno concorso alla definizione dei servizi S2, S3, S4, S5.

### **2.4 Attività e progetti di ricerca finalizzati all'utilizzo dei dati e servizi Copernicus per il monitoraggio e la gestione dei BB.CC. nazionali e europei.**

Alla fine del 2018 Il Copernicus User Forum propose l'istituzione di una Task Force specifica per approfondire l'uso dei prodotti satellitari del programma nel contesto del Patrimonio Culturale Europeo.

La "Copernicus Cultural Heritage Task Force", formalizzata dal Copernicus Committee, è stata ufficialmente coordinata dall'Italia e presieduta dal MIBACT. Con la presenza di una grande rappresentanza dei principali Stati Membri, per tutto il 2019, si è riunita regolarmente analizzando sia gli ambiti di applicazione che i requisiti della comunità degli utenti europei. I dati, prodotti e servizi (alla risoluzione spazio temporale necessaria) sono stati raccolti ed analizzati. La sintesi

<sup>5</sup>S1) Servizio fascia costiera e monitoraggio marino-costiero: comprende servizi per il tracciamento e la previsione del moto ondoso, dei cambiamenti geomorfologici della costa, dell'habitat naturale ed in generale degli eventi che impattano l'ambiente marino;

S2) Servizio Qualità dell'Aria: comprende servizi per la mappatura e previsione della dispersione di sostanze inquinanti, polveri, ceneri e altri materiali attribuibile ad eventi naturali o antropici;

S3) Servizio movimenti del terreno: comprende servizi per il monitoraggio del movimento del suolo dovuto a terremoti, eruzioni vulcaniche, frane ed altri episodi naturali;

S4) Servizio di monitoraggio copertura ed uso del suolo: comprende servizi per la mappatura di colture, foreste, aree vulcaniche ed in generale del suolo e del suo utilizzo e grado di consumo;

S5) Servizio idro-meteo-clima: comprende servizi per monitoraggio e previsione dei livelli di gas-serra e di altre variabili climatiche essenziali;

S6) Servizio risorsa idrica: comprende servizi per il monitoraggio e previsione del rischio di inondazioni e di altri episodi di natura idro-geomorfologica;

S7) Servizio in emergenza: comprende servizi per l'identificazione di eventi critici quali inondazioni, incendi, terremoti ed eruzioni e la mappatura dei relativi danni causati;

S8) Servizio Sicurezza: comprende servizi per la sorveglianza delle frontiere terrestri e marittime dell'Unione Europea.



di tale lavoro è riportata in un documento operativo utile per le future implementazioni sia in ambito europeo che nazionale realizzato principalmente da una stretta collaborazione MIBACT, ISPRA e CNR (*Report on the user requirements in the Copernicus domain to support Cultural Heritage management, conservation and protection, 2020*).

**Progetti di ricerca europei realizzati per fornire prove dell'uso benefico dei dati di osservazione della Terra a fini di monitoraggio dei beni culturali e analisi applicate.**

Tra i principali ricordiamo: **JPI-CH-PROTHEGO - PROTECTION of European Cultural Heritage from GeO-hazards project** (2015-2018, coordinato da ISPRA); **ArTeK - Satellite enabled Services for Preservation and Valorisation of Cultural Heritage** (2016-2018 – European Space Agency); **HERACLES - HERitage Resilience Against CLimate Events On-Site** (2016 – 2019); **H2020 ATHENA - Remote Sensing Science Center for Cultural Heritage** (2015-2018); **FP7 Project HERCULES - Sustainable Futures for Europe's Heritage in Cultural Landscapes** (2013-2016);. Tali progetti (tranne qualche piccola eccezione) nonostante la grande rilevanza scientifica e l'utile riferimento tecnico, non hanno avuto come obiettivo di testare i metodi e i modelli alle diverse scale di interesse per il paese.

### **3. Processo di sviluppo**

Il **Piano di Monitoraggio** si realizza secondo un processo a diversi livelli:

1. individuazione dei dati necessari al monitoraggio, modello di acquisizione/restituzione
2. integrazione degli output realizzati in termini di infrastrutture ed erogazione dei servizi all'interno del Piano Nazionale di Osservazione della Terra e integrazione della infrastruttura all'interno del COMAP
3. criteri per l'individuazione dei beni
4. modalità di implementazione delle misure
5. sperimentazione di test alle diverse scale.

#### **3.1. Dati e modello**

La conservazione ottimale di un edificio avente valore culturale, consiste nel mantenimento della materia nello spazio preciso in cui è stata collocata al momento della sua costruzione, e la permanenza nel tempo delle performances fisiche, strutturali e chimiche dei meccanismi statici originari.

Molti sono i fattori di rischio naturali ed antropici che alterano la situazione originaria: terremoti, eruzioni vulcaniche, frane, alluvioni, subsidenze, cambiamenti climatici, inquinamento, incendi, cedimenti strutturali, effrazioni, pressione antropica.

A fronte di una gamma così vasta di fattori di rischio si verifica una altrettanto vasta gamma di impatti il cui controllo (che è poi la sostanza del monitoraggio) richiede acquisizione di dati e modelli di trattamento degli stessi per un monitoraggio multi-scala, multi-profondità, multi-risoluzione, multi-sensing.

L'individuazione dei dati richiede un approccio "olistico": occorre coniugare la visione globale e dall'alto del sito e del territorio con una diagnostica ad alta risoluzione della singola struttura (o singolo elemento della struttura). Per questo obiettivo occorre basarsi sull'integrazione di tecnologie di Osservazione della Terra e remote sensing da diverse piattaforme osservative: satellitari, aeree (droni o velivoli di diversa tipologia) e fotografiche (ortofoto), in combinazione con rilievi territoriali e con l'acquisizione di informazioni tramite sensoristica (in situ) direttamente applicata sugli immobili e verifiche puntuali dello stato di degrado strutturale e materico degli edifici.

Questa integrazione è uno dei pilastri sui cui si basa il programma europeo di osservazione della Terra Copernicus che mira allo sviluppo di servizi basati su "*Satellite Earth Observation and in situ (non-space) data*".

In particolare i prodotti forniti dalle tecnologie satellitari sono importanti quali primo passo di una catena osservativa. Infatti, esse consentono l'identificazione preliminare delle aree critiche (anomalie) dove poi andare ad effettuare un'indagine di dettaglio.

Ricadute delle osservazioni satellitari e del monitoraggio integrato:



- Rispetto alla fragilità del Cultural Heritage, la maggior parte delle tecnologie in gioco sono non invasive (basso impatto);
- Una visione sempre aggiornata dello stato di salute del sito consente un planning sostenibile e l'individuazione di una priorità degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- L'integrazione di diverse tecnologie consente di affrontare scenari multirischio e «osservare» siti con diverse caratteristiche ambientali e culturali;
- Le stesse tecnologie possono essere impiegate per il *quick damage assessment* dopo eventi di crisi (esempio estremo, tecnologie OT per osservare effetti di eventi di guerra in ambienti ostili);
- Capacità di affrontare congiuntamente fenomeni di degrado lento (es. effetti climatici, inquinamento, vetustà degli elementi) e cause forzanti ad elevata dinamica (es. frane, terremoti).

Il Modello del sistema di monitoraggio non può prescindere dalle realizzazioni in corso in ambito di Space Economy nazionale, soprattutto per quel che concerne la realizzazione di infrastrutture abilitanti e piattaforme applicative.

Comunque, con riferimento specifico alla Community BB CC e in considerazione del fatto che le risorse per il Piano non sono “a decorrere” ma straordinarie una tantum, il modello deve prevedere:

- Impiego sostenibile del sistema di monitoraggio; ciò implica la definizione di protocolli osservativi specifici per il sito (quali, quante e dove fare le misure? In che ordine logico e temporale?)
- Assimilazione dei risultati del monitoraggio nella modellistica (es: geomorfologico, strutturale, meteo-climatico)
- Presentazione dei risultati del monitoraggio in maniera non solo *user friendly* ma anche effettivamente coerente con le necessità dell'utilizzatore finale (se necessario prevedere una customizzazione delle infrastrutture dati, delle piattaforme ICT e delle reti di sensori).

Il sistema di monitoraggio previsto dal Piano, dovrà prevedere l'integrazione di tutte le informazioni presenti nelle altre banche dati del MiBACT, a partire da quelle puntuali presenti nel sistema Carta del Rischio e nel sistema SecurArt per quanto riguarda i beni in diretta gestione del MiBACT.

### **3.2. Elementi di sinergia con il Piano Space economy Economy – Mirror Copernicus**

Considerando che in ambito Space Economy sono imminenti sviluppi di estremo interesse per l'utente finale “gestore del patrimonio culturale immobile”, dove è previsto l'utilizzo massivo di tecnologie di osservazione della Terra per il monitoraggio dei movimenti del suolo, degli inquinanti in atmosfera, dei cambiamenti del clima e degli associati fenomeni meteorologici, inclusi gli eventi estremi, nonché per il monitoraggio dei diversi aspetti legati al rischio, il modello che si propone a complemento di tale approccio è quello di ampliare quanto più possibile la capacità di monitoraggio in-situ, affinché tale contributo, ad oggi molto carente, possa risultare fattivamente complementare in termini di integrazione con il dato satellitare, nonché per attività di validazione e taratura della capacità e precisione di monitoraggio di quest'ultimo.

A titolo di esempio, potrebbero essere installate in ambito urbano, in prossimità dei beni culturali oggetto di monitoraggio a complemento di quelle esistenti per aumentarne la densità, centraline per il monitoraggio in continuo di specifici inquinanti al fine di avere una costante fornitura di informazioni relative ai fattori ambientali responsabili del degrado cui il bene è sottoposto, di dotare i diversi beni architettonici di centraline collegate con strumenti di misura per la stima degli spostamenti o di parametri dinamici (ad es. accelerometri, distanziometri, fessurimetri), affinché essi possano confermare, nonché contribuire, all'informazione satellitare nel monitoraggio degli eventuali cedimenti anche differenziali dei beni architettonici o anche di singoli elementi strutturali. Altra possibilità è quella di prevedere l'installazione di stazioni meteo per la misura dei dati idrometeorologici e di corner reflectors passivi o stazioni GPS per la calibratura e validazione del posizionamento di tutti i dati telerilevati.



Ciò permetterebbe di massimizzare i benefici futuri derivanti dal monitoraggio satellitare previsti dalla Space Economy, monitoraggio che risulta tanto più robusto se la capacità complementare di monitoraggio in situ ne riesce a validare e valutare la precisione, in particolare nell'ambito della predisposizione di piani che tengano conto della priorità e puntualità di intervento, per azioni di conservazione e tutela mirate, cosa che il solo del dato satellitare, se trattato singolarmente, non può permettere.

### **3.3. Criteri per l'individuazione dei beni**

A fronte dell'estrema ricchezza e diffusione del patrimonio culturale immobile italiano estremamente eterogeneo per tipologia, stato di conservazione, distribuzione territoriale ecc, è indispensabile definire i criteri per l'individuazione dei beni da sottoporre al monitoraggio di cui si tratta.

Tali criteri non possono che derivare dalla valutazione integrata del rischio di perdita, totale o parziale. Si tratta dunque di pervenire alla redazione di una **griglia di rischio** che, partendo dall'analisi dei diversi pericoli e dei diversi ambiti territoriali, fornirà attraverso l'adeguata combinazione dei fattori di pericolosità, esposizione e vulnerabilità, una **magnitudo del rischio** e quindi un elenco ordinato per rischio decrescente. A tal fine le banche dati esistenti integrate con la Carta del Rischio, potranno costituire il *backbone* dell'intero Piano.

Verranno presi in considerazione sia i fattori di pericolosità territoriale/ambientale, sismico, idrogeologico, vulcanico ecc., che quelli connessi ad azioni antropiche, modifiche dell'assetto strutturale, presenza di carichi non congrui con la capacità resistente della struttura, ecc..

Tra i fattori di vulnerabilità la tipologia strutturale, costruttiva ed architettonica, la destinazione d'uso, lo stato di degrado e di vetustà, la carenza di manutenzione, la presenza di patrimonio culturale mobile e di quello connesso alle strutture murarie (affreschi, statue, apparati architettonici decorativi), l'importanza storico-artistica/eccezionalità.

Tra i fattori di esposizione: la distribuzione territoriale dei beni culturali immobili, il numero di beni culturali presenti e la loro densità, la presenza e la numerosità di fruitori, il valore simbolico dei beni coinvolti.

**Il livello di rischio verrà quindi desunto dal rapporto fra i pericoli naturali e/o antropici a cui sono soggetti i beni e le rispettive vulnerabilità sia intrinseche che di contesto. I beni per i quali si avrà un maggior rischio di perdita o di danno, saranno inseriti nel piano di monitoraggio con una priorità maggiore. L'analisi preliminare dei beni sottoposti a monitoraggio e l'acquisizione degli elementi necessari alla valutazione del rischio, forniranno quindi l'indice di priorità dei controlli.**

In considerazione della diffusione e dell'elevato valore culturale che i beni immobili ecclesiastici rivestono nell'ambito del patrimonio culturale nazionale, tale elenco ricomprenderà certamente chiese, conventi complessi abbaziali (con campanili annessi o meno alle chiese) ma anche palazzi storici, musei, monumenti ed aree archeologiche, mura urbane, torri, castelli.

### **3.4. Misure di sicurezza e conservazione da attuare in relazione ai parametri derivanti dal monitoraggio.**

Il Piano prevede l'individuazione di procedure e verifiche da attivare in relazione ai dati elaborati nel corso dell'attività di rilevamento. Tali procedure riguarderanno sia la gestione del dato acquisito e sia la programmazione di interventi e misure da attuare in relazione all'evolversi delle condizioni e quindi anche dell'aggravamento del rischio.

L'attività di monitoraggio delle strutture storiche coinvolte potrà evidenziare diverse criticità da affrontare in maniera operativa:

- la necessità di un approfondimento conoscitivo delle cause di degrado attraverso la definizione di un programma di diagnostica puntuale;
- la messa in opera di prime strutture di presidio statico e conservativo;
- l'allontanamento eventuale di beni mobili in pericolo;
- la predisposizione di un progetto di consolidamento e restauro conservativo.



### **3.5. Sperimentazione da condurre nell'ambito degli sviluppi Space Economy Mirror Copernicus**

I test alla piccola scala (riferimento nazionale, regionale o di specifica competenza amministrativa) potrebbero riguardare indistintamente diverse tipologie di beni e un loro 'intorno rappresentativo del contesto ambientale. Tali beni potrebbero essere investigati tramite analisi satellitare per la verifica e calibratura della metodologia ed individuazione delle criticità e dei campi di applicazione.

I test alla larga scala (riferimento municipale o singolo bene) potrebbero riguardare delle sottoclassi specifiche e rappresentative per tipologia e vulnerabilità (es. le strutture snelle con le 3828 torri e i 2816 campanili, le strutture lineari come gli acquedotti e le cinte murarie, le scuole e le caserme). Tali beni potrebbero essere investigati tramite analisi satellitare per la verifica e calibratura della metodologia ed individuazione delle criticità e dei campi di applicazione.

### **3.6 Utilizzazione dei sistemi informativi di Carta del rischio e SecurArt**

La Carta del Rischio costituisce un sistema informativo basato su GIS di livello nazionale e con definizione delle informazioni al poligono comunale e del singolo bene culturale, dove vengono gestiti dati tecnici sui fattori di decadimento che influenzano lo stato dei materiali costitutivi del patrimonio, inclusi il rischio sismico e quello idrogeologico, prodotti dagli organismi pubblici istituzionalmente preposti alla gestione dei rischi territoriali. Questa struttura interopera attualmente con i decisori di rango nazionale i sistemi informativi del Mibact il Sigec-web dell'ICCD, Beni Tutelati della DGAbap, SecurArt della DG SPC, Ispra, i Carabinieri del Nucleo di Tutela del patrimonio culturale. Dalle fasi di monitoraggio dello stato di conservazione dei singoli beni architettonici e archeologici secondo i tracciati schedografici presenti in carta del rischio e direttamente utilizzabili nel sistema CDR, già da oggi applicabili sul territorio, si avranno le indicazioni numeriche delle vulnerabilità e del rischio di perdita del patrimonio culturale. Questo permetterà di procedere all'estrazione di tipologia campione del patrimonio culturale secondo o, una attenta valutazione dello stato di conservazione riferita o alla vulnerabilità del bene, a prescindere dalla sua collocazione geografica del bene ma riferita solo alla possibilità di danneggiamento della struttura, o alla sua esposizione al rischio territoriale su cui procedere all'acquisizione di dati tecnici utilizzando monitoraggi strumentali particolari e specifici atti a acquisire le informazioni necessarie rilevate sul posto producendo informazioni che integreranno quelle già presenti nel sistema. La documentazione raccolta dovrà essere informatizzata, normalizzata secondo il modello fisico dei dati, ed inserita in banca dati.

Il Sistema SecurArt potrà costituire il sistema di riferimento per l'acquisizione delle informazioni derivanti dal monitoraggio (da satellite e strumentale) relativamente alle diverse strutture e manufatti oggetto del monitoraggio stesso.

## **4. Schema attuativo del Piano e modello organizzativo di gestione**

Fasi di lavoro:

- 1) Convenzioni con enti di ricerca e altre istituzioni: Costituzione gruppo di progetto con i rappresentanti degli enti e degli istituti coinvolti, acquisizione elementi e documenti stato dell'arte, attivazione di convenzioni con i partner per una cabina di regia e per una segreteria tecnica e costi di missioni
- 2) Gestione progetto e supporto tecnico operativo nelle diverse fasi: formazione personale per le attività di schedatura, rilevamento dati ecc., affinamento e approfondimenti dei requisiti richiesti dagli utenti BB.CC. per la definizione dei servizi operativi di monitoraggio di prossimo sviluppo ed erogazione nell'ambito del programma nazionale Mirror Copernicus.
- 3) Installazione sensoristica per attività di monitoraggio in campo; individuazione delle necessità di monitoraggio in situ quale complemento nonché elemento di integrazione con i servizi operativi nazionali di monitoraggio del territorio e dell'ambiente individuati dagli utenti nazionali, installazione sensoristica per il rilievo delle strutture e delle stazioni meteo, fessurimetri, centralina atmosferica aria per rilevamento inquinamento atmosferico in modalità wifi.
- 4) Integrazione di tecnologie di monitoraggio diverse e calibrazione delle tecniche di monitoraggio satellitare:



Ministero  
per i beni e le  
attività culturali  
e per il turismo



acquisizione ed analisi di dati satellitari relativi a un intero centro storico e a specifiche costruzioni storiche

5) Schedature della vulnerabilità dei beni architettonici e archeologici oggetto di monitoraggio: Scheda dei beni immobili (A e MA): comprensiva della ricerca storica, della redazione della scheda cartacea, degli elaborati fotografici (foto generali del bene e di dettaglio dei danni) e dell'imputazione su CdR. Scheda dei Centri storici (CNS): comprensiva della ricerca storica, della redazione della scheda cartacea, degli elaborati fotografici (foto generali del centro storico) e dell'imputazione su CdR. Scheda delle Unità Urbane (UU-A e UU-EPRS): comprensiva della ricerca storica, della redazione della scheda cartacea, degli elaborati fotografici (foto generali del centro storico) e dell'imputazione su CdR.

6) Realizzazione cruscotto informatico sviluppo di strumenti a supporto delle decisioni per gestione dei dati e l'interoperabilità tra i sistemi

7) Adeguamento delle strutture informatiche esistenti e acquisto di quelle necessarie alla gestione territoriale

8) Acquisto dei servizi di gestione dati satellitari e post elaborazione

9) Aggiornamento della piattaforma Carta del Rischio infrastruttura e servizi attraverso l'utilizzazione dei dati satellitari e dei monitoraggi strumentali e realizzazione servizi di interoperabilità con SecurArt.

10) Programmazione di un piano di monitoraggio integrato da satellite con quello strumentale in situ che tenga conto anche delle capacità nazionali di osservazione della Terra e integrazione con le reti di monitoraggio esistenti,

11) Sperimentazione alle diverse scale: individuazione di edifici e manufatti di interesse culturale differenziati per tipologia, per rischio, per rilevanza del sito, installazione di sistemi di monitoraggio del degrado e danneggiamento, comprensivi delle indagini necessarie (con rilievi sia diretti che aerei).

## 5. Costi presunti

ATTIVITA'	ANNO		
	1	2	
Convenzioni con enti di ricerca e altre istituzioni	€ 1.000.000,00	€ 1.400.000,00	
Gestione progetto e supporto tecnico operativo nelle diverse fasi	€ 500.000,00	€ 300.000,00	
Installazione sensoristica per attività di monitoraggio in campo	€ 1.000.000,00	€ 1.000.000,00	
Integrazione di tecnologie di monitoraggio diverse e calibrazione delle tecniche di monitoraggio satellitare: acquisizione ed analisi di dati satellitari relativi a un intero centro storico e a specifiche costruzioni storiche	€ 200.000,00	€ 300.000,00	
Schedature della vulnerabilità dei beni architettonici e archeologici oggetto di monitoraggio	€ 1.500.000,00	€ 1.500.000,00	
Realizzazione cruscotto informatico sviluppo di strumenti a supporto delle decisioni per gestione dei dati e l'interoperabilità tra i sistemi	€ 500.000,00	€ 300.000,00	
Adeguamento delle strutture informatiche esistenti e acquisto di quelle necessarie alla gestione territoriale	€ 800.000,00	€ 1.000.000,00	
Acquisto dei servizi di gestione dati satellitari e post elaborazione	€ 1.500.000,00	€ 2.500.000,00	
Aggiornamento della piattaforma Carta del Rischio infrastruttura e servizi attraverso l'utilizzazione dei dati satellitari e dei monitoraggi strumentali e realizzazione servizi di interoperabilità con SecurArt	€ 500.000,00	€ 200.000,00	
Programmazione di un piano di monitoraggio integrato da satellite con quello strumentale in situ che tenga conto anche delle capacità nazionali di osservazione della Terra e integrazione con le reti di monitoraggio esistenti	€ 2.000.000,00	€ 1.500.000,00	
sperimentazione alle diverse scale: individuazione di edifici e manufatti di interesse culturale differenziati per tipologia, per rischio, per rilevanza del sito, installazione di sistemi di monitoraggio del degrado e danneggiamento, comprensivi delle indagini necessarie (con rilievi sia diretti che aerei)	€ 500.000,00		
<b>TOTALE</b>	<b>€ 10.000.000,00</b>	<b>€ 10.000.000,00</b>	<b>€ 20.000.000,00</b>



Ministero  
per i beni e le  
attività culturali  
e per il turismo