Regione Toscana | Fondazione Musei Senesi

Saper Fare nei Musei

L'Edificio Museo

Energia, impianti, sicurezza

Saper Fare nei Musei

8.
L'Edificio Museo:
energia, impianti, sicurezza

a cura di
Fondazione Musei Senesi
Luigi Maria Di Corato

in collaborazione con
Politecnico di Torino
DENERG - Dipartimento Energia - Gruppo Tebe
Stefano Paolo Corgnati, Michela Rota
con: Cristina Becchio, Daniele Guglielmino, Luca Rollino

e con
ing. Fabio Marulli d'Ascoli

Regione Toscana – Giunta regionale
Direzione generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze
Area di coordinamento Cultura *Settore Musei ed Ecomusei*

A cura di *Alessandro Andreini*

Coordinamento comunicazione ed eventi
Direzione Generale della Presidenza
Settore Comunicazione istituzionale e pubblicitaria

Catalogazione nella pubblicazione (CIP)
a cura della Biblioteca della Giunta regionale toscana:
L'edificio museo : energia, impianti, sicurezza
[Risorsa elettronica]. - (Saper fare nei musei;8)
I. Fondazione musei senesi
II. Di Corato, Luigi Maria
III. Politecnico <Torino>. DENERG, Dipartimento Energia, Gruppo Tebe
IV. Marulli D'Ascoli, Fabio
V. Toscana <Regione>. Direzione generale competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze. Area di coordinamento cultura. Settore musei ed ecomusei
VI. Andreini, Alessandro
1. Musei – Risparmio energetico e impianti di sicurezza – Libri elettronici
069.29

Gennaio 2014

L'Edificio Museo:
energia, impianti, sicurezza

a cura di
Fondazione Musei Senesi

in collaborazione con
Politecnico di Torino
DENERG - Dipartimento Energia - Gruppo Tebe

e con
ing. Fabio Marulli d'Ascoli

Regione Toscana

fondazione
MUSEI
SENESI

Indice

Introduzioni

Cristina Scaletti
Assessore Cultura, Turismo e Commercio Regione Toscana p. IV

Gabriele Berni
Assessore all'Ambiente, Energia e Cooperazione Internazionale della Provincia di Siena p. V

Gianni Resti
Presidente Fondazione Musei Senesi p. VIII

Marco Filippi
Politecnico di Torino p. XI

Premessa

Luigi Di Corato
Green Museum: un presupposto per il futuro presente p. XIV

Nota metodologica p. XX

Parte prima: Edificio, impianti, energia

1. L'edificio museo come contenitore

1.1. Dal contesto all'edificio museo p. 24

1.2. Aspetti distributivi e funzionali p. 30

1.3. L'involucro opaco: l'isolamento termico p. 33

1.4. L'involucro opaco: la capacità termica p. 39

1.5. L'involucro trasparente: l'isolamento termico dei serramenti p. 43

2. Gli impianti per il controllo ambientale

2.1. Gli impianti di climatizzazione p. 47

2.2. La centrale termica o frigorifera p. 52

2.3. L'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) e bocchette di distribuzione dell'aria in ambiente p. 57

2.4. I terminali impiantistici ad acqua per la climatizzazione p. 59

2.5. Impianti di climatizzazione e classi di potenzialità di controllo climatico indoor p. 62

2.6. Impianti elettrici p. 65

3. Fonti rinnovabili e nuove tecnologie energetiche

3.1. I pannelli solari fotovoltaici p. 73

3.2. I pannelli solari termici p. 79

3.3. Le biomasse p. 82

3.4. Le pompe di calore p. 89

3.5. Le sorgenti luminose p. 95

4. Gli impianti per la sicurezza

4.1. La rivelazione degli incendi p. 105

4.2. Lo spegnimento incendi p. 110

4.3. Impianti di protezione dalle intrusioni non autorizzate p. 114

4.4. La videosorveglianza p. 120

Parte seconda: La check list per l'autodiagnosi energetica

1. La check list per l'autodiagnosi energetica p. 126

2. L'applicazione della check list per l'autodiagnosi energetica alla Fondazione Musei Senesi

2.1. Metodologia: fasi e strumenti della ricerca p. 128

2.2. Informazioni generali p. 131

2.3. Edificio ed involucro edilizio p. 131

2.4. Impianti p. 133

2.5. Altri impianti p. 136

2.6. Obiettivi raggiunti e sviluppi futuri p. 137

Parte terza: Approfondimenti

1. La gestione della sicurezza

1.1. Contenuti p. 139

1.2. Normative di riferimento p. 139

1.3. Le figure di riferimento. L'organigramma della sicurezza p. 142

1.4. Gli strumenti della gestione della sicurezza p. 147

1.5. L'evoluzione della normativa di prevenzione incendi: il DM 9/05/2007 p. 157

2. Video sorveglianza. Il decreto del garante p. 162

3. I Musei delle Terre di Siena p. 192

Gli autori *p.CCXLI*

Introduzioni

Cristina Scaletti l Assessore Cultura, Turismo e Commercio Regione Toscana

Duecentottantasette Comuni e più di seicento musei. Sono i numeri della Toscana, anche se da soli non riescono a trasmettere il legame straordinario che le strutture hanno con il territorio e con la storia delle comunità locali. Perché un patrimonio così importante possa essere conservato e valorizzato nel modo migliore è necessario il lavoro e la collaborazione di tutti. E' indispensabile sviluppare progetti culturali per i sistemi museali in grado di far emergere quella continuità tra territorio e il suo museo.

La Regione Toscana sostiene da anni, con propri progetti, l'adeguamento dei musei all'Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo. Nel 2010, attraverso il testo unico sui beni culturali (L.R. 21/2010), la Regione si è data uno strumento per il riconoscimento e la valorizzazione dei musei che hanno raggiunto un alto livello di offerta

La collana "Saper fare nei musei" vuole essere un mezzo pratico di sostegno al lavoro quotidiano di chi opera nel museo. Ogni titolo risponde, infatti, a esigenze che si sono manifestate e valorizza risorse professionali ed esperienze maturate sul campo, in uno scambio di informazioni e acquisizioni che arricchisce tutti.

La cultura della qualità è un obiettivo nel sistema museale toscano e "Saper fare nei musei" è un suo utile strumento.

Gabriele Berni | Assessore all'Ambiente, Energia e Cooperazione Internazionale della Provincia di Siena

La Provincia di Siena è ben lieta di sostenere il progetto dedicato al "Green Museum" promosso da Fondazione Musei Senesi e Regione Toscana con il contributo scientifico del Politecnico di Torino e dell'ing. Fabio Marulli. Un progetto perfettamente in linea con le numerose iniziative che, ormai da anni, l'amministrazione provinciale sta supportando entro una prospettiva articolata di sviluppo sostenibile, in questo caso applicata all'edificio-museo, che per la sua funzione civile può diventare un simbolo importante per la cultura della sostenibilità, laddove i musei rappresentano per l'amministrazione un fondamentale presidio sul territorio, portatore di valori primari della comunità in un ricercato ma sostanziale equilibrio tra la storia e la tradizioneda un lato, e l'innovazione e la contemporaneità dall'altro.

La Provincia di Siena, in un quadro locale strettamente correlato allo scenario ambientale globale, ha conseguito, nel 2003, la Certificazione ISO 14001 per le attività di programmazione, gestione del territorio, monitoraggio ambientale, gestione delle infrastrutture e dei servizi. Per raggiungere tale traguardo è stato messo a punto un Sistema di gestione ambientale, elaborando un'analisi iniziale degli impatti ambientali sul territorio e quelli generati dalle attività svolte nei propri uffici. La Provincia si è inoltre dotata di un Manuale e di procedure per migliorare le prestazioni ambientali e per monitorare i fattori ambientali a sostegno di una politica ambientale. La Certificazione ISO 14001 vie-

ne mantenuta annualmente con il monitoraggio e l'implementazione del Sistema di gestione ambientale.

Dopo il conseguimento della Certificazione Iso 14001, la Provincia di Siena ha intrapreso le operazioni per la Registrazione Emas, redigendo la Dichiarazione ambientale quale documento di divulgazione al pubblico delle prestazioni ambientali provinciali. Nel 2006 è stata ottenuta la registrazione Emas per le attività generali di amministrazione pubblica ed è mantenuta ogni anno con il monitoraggio e l'implementazione del Sistema di gestione ambientale dell'ente.

Da anni la Provincia ha inoltre attivato il progetto Siena Carbon Free 2015 con lo scopo di arrivare ad essere, nel 2015 appunto, la prima area vasta ad emissioni zero. Il progetto comprende il calcolo annuale e la certificazione ISO 14064/1 del Bilancio delle emissioni e dei riassorbimenti di CO2 (effettuato secondo la metodologia IPCC dall'Università degli Studi di Siena) e tutta una serie di azioni che vanno dalla programmazione con la redazione del nuovo Piano Energetico Provinciale, all'erogazione di incentivi per l'efficientamento energetico e l'approvvigionamento di energia da fonti rinnovabili (fondi per diagnosi energetiche degli immobili comunali, per l'installazione di impianti fotovoltaici di piccole dimensioni); alla progettazione di impianti FER per le proprie strutture e al censimento dei siti di proprietà comunale per una riqualificazione energetica, fino all'istituzione di sportelli energia per informare i cittadini sulle opportunità legate alle rinnovabili e di iniziative che coinvolgano le scuole e gli ambiti professionali.

Accanto a queste iniziative viene portata avanti un'importante attività ordinaria con il controllo sugli impianti termici e con gli interventi di antincendio boschivo.

In questi anni infine sono creati progetti pensati per il Polo scientifico tecnologico delle energie rinnovabili e il marchio Siena Carbon Free 2015 a cui potranno aderire soggetti economici del territorio.

La Provincia di Siena e il progetto Siena Carbon Free 2015 sono saliti sul podio più alto del premio Liveable Communities Awards 2012, conquistando il primo posto (International Gold Award) del concorso internazionale promosso dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) dedicato alle buone pratiche: un prestigioso riconoscimento conquistato in termini assoluti su 150 progetti selezionati da una giuria internazionale fra oltre 400 proposte pervenute e in rappresentanza di 70 Paesi del mondo.
La Provincia di Siena è stata inoltre inserita come ente "esperto" in LIFE CHAMP "Local response to climate change a managing urban europe initiative" (LIFE07ENV/FIN/00138), un progetto di formazione sulla gestione integrata per la sostenibilità e

la lotta ai cambiamenti climatici, in continuità con le esperienze di gestione integrata per la sostenibilità già applicate con successo dalle città europee (MUE25 ed ENVIPLANS).

La sostenibilità ambientale punta a proporre un nuovo modello di sviluppo per rilanciare il nostro territorio e le sue eccellenze: un modello applicabile a numerose realtà simili alla nostra e in generale un esempio importante a livello nazionale e non solo. Per raggiungere questo risultato è fondamentale il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti, dalle istituzioni ai singoli cittadini. Siena, che oggi si configura come un laboratorio della sostenibilità accreditato, intende continuare a lavorare in questa direzione nella certezza che su questi temi sia possibile costruire una risposta alla crisi economica, in termini di creazione di occupazione e sviluppo, e indirizzare l'economia del futuro

Fondazione Musei Senesi da anni opera per la promozione e la valorizzazione dei musei della provincia di Siena, anche in considerazione del loro indissolubile legame con il territorio che le ha prodotte e nel quale tuttora insistono. Un luogo da intendersi sia a livello identitario in cui una comunità e una cultura si riconoscono, sia come paesaggio nell'accezione tradizionale del termine.

Se tale legame è vivo e decisivo ancora oggi, è grazie anche alla sensibilità dimostrata dalle Terre di Siena nei confronti di un patrimonio riconosciuto e condiviso, un "museo diffuso" oramai punti di riferimento in Italia come all'estero.

Il progetto dedicato all'edificio museo può essere considerato come una tappa importante di questo percorso: prende le mosse, infatti, da un'esigenza tutta peculiare, ovvero quell'ulteriore nesso imprescindibile tra le collezioni che il museo conserva ed esibisce e il contenitore che le ospita. Un nesso affascinante, ma decisamente critico quando si considerino le emergenze pratiche rispetto all'aura romantica del museo. Un nesso che, proprio per ragioni storiche, non può essere messo in discussione, ma che oggi conduce a riflessioni inattese sull'adeguatezza della struttura rispetto al contenuto. Quasi riecheggiando le vivaci polemiche settecentesche, infatti, le qualità estetiche non sempre corrispondono alla funzione, e la questione si fa quanto più complessa se applicata ad una realtà, come quella museale, alla quale idealmente si riferisce il

criterio primo della bellezza, che ha però come presupposti cruciali la conservazione e la fruibilità (garantite peraltro nell'osservanza degli "standard" di riferimento).

La situazione contingente, ma soprattutto il senso di responsabilità reciproco e quello tanto più significativo nei confronti dei posteri, esigono oggi un atteggiamento molto più cauto e attento. Un ambito articolato come la gestione dei beni culturali non può dunque prescindere dal concetto di ecosostenibilità, che da semplice valore aggiunto dovrebbe divenire un presupposto assoluto, al pari delle già citate conservazione e fruibilità.

Il progetto nasce dunque da una necessità avvertita non solo dalle singole amministrazioni, ma dalla Fondazione Musei Senesi stessa, dalla Provincia di Siena e in particolare sollecitato dalla Regione Toscana, da sempre all'avanguardia sui principali temi inerenti alla gestione museale e al rapporto coi "pubblici". Questo manuale, e la lunga indagine sul campo che lo precede, sono stati realizzati grazie al sostanziale contributo dell'ing. Fabio Marulli d'Ascoli e del dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino, che già negli anni scorsi avevano condotto proprio a Siena un apposito *workshop* dedicato al controllo microclimatico in spazi museali, confluito poi in un'utile pubblicazione della collana "Saper fare" di Regione Toscana. Forse per la prima volta, questo connubio di competenze, che per tutta la durata del progetto hanno dialogato costruttivamente apportando ognuna la propria esperienza, ha reso possibile un nuovo modo di porsi rispetto al museo come involucro che impatta in primis sulle opere, sui visitatori, sul personale del museo, sulle amministrazioni locali, sugli enti gestori o erogatori di servizi, e – non ultimo – sull'ambiente circostante.

Non a caso, il progetto ha previsto numerose occasioni di condivisione, tra le quali merita ricordare la presenza dell'Assessore all'Ambiente, Energia e Cooperazione Internazionale della Provincia di Siena, Gabriele Barni, e del direttore generale di Fondazione Musei Senesi, Luigi Di Corato, al prestigioso convegno "DNA Italia", tenutosi a Torino il 2 ottobre 2010. L'articolazione del progetto è stata condivisa a monte con i direttori dei musei, che hanno condiviso con i tecnici la check list per l'autodiagnosi energetica finalizzata all'analisi dello stato di fatto dell'impiantistica dell'edificio museo; quest'ultima checklist per l'autodiagnosi energetica è stata quindi presentata agli stakeholders (operatori museali, uffici tecnici, gestori) per poter avviare, grazie alla loro preziosa collaborazione, la fase di compilazione vera e propria. Le 43 schede relative ai singoli musei sono state quindi comparate per definire margini di miglioramento e le buone pratiche per l'abbattimento dei consumi, allo scopo di contribuire in ultima istanza alla salvaguardia dell'ambiente e una nuova cultura dello sviluppo sostenibile. Il museo diventa così l'edificio simbolo a cui poter applicare una maggiore consapevolezza dei

limiti e delle potenzialità delle dotazioni strutturali al fine di implementarne l'efficacia, di coordinare le risorse umane coinvolte, di programmare sul lungo termine le migliorie necessarie.

Ma il celebrato "green museum" non è solo un esempio virtuoso di abbattimento dei costi dei consumi (e, nei più auspicabili casi, di autonomia energetica): esso si configura quale elemento cruciale per garantire una cultura di qualità nei musei, affinché anche i visitatori abbiano la percezione dell'impegno che il museo stesso, come istituto culturale, si propone in chiave di sostenibilità, e affinché l'esperienza stessa di visita, coerentemente alla *mission* del museo, risulti educativa e decisamente proiettata nella dimensione del vivere sociale.

“Energia e Edifici” è oggi uno dei binomi essenziali nella definizione delle politiche comunitarie volte alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, alla limitazione dei consumi e alla incentivazione nell’impiego di fonti energetiche rinnovabili. Intorno a queste tematiche, si è assistito al crescente sviluppo di tecnologie, passive e attive, applicate al sistema edificio-impianti, finalizzate al miglioramento della prestazione energetica del sistema stesso.

In questo scenario, anche gli edifici museali nella loro numerosità possono giocare un ruolo importante nella diminuzione degli impatti ambientali. Tuttavia, anche nella letteratura scientifica del settore, sono riportati solo pochi dati relativi ai consumi energetici dei musei nonché agli effetti di interventi di riqualificazione energetica sui musei stessi.

Negli edifici museali, ancor più che in qualsiasi altra destinazione d’uso degli edifici, il legame tra qualità microclimatica richiesta e spesa energetica sostenuta per mantenerla è inscindibile. Gli edifici museali dovrebbero essere costruiti o rifunzionalizzati sulla base delle necessità di conservazione dei beni custoditi, cercando nel contempo di ottimizzare l’integrazione tra soluzioni tecnologiche energeticamente passive e attive e di utilizzare da fonti di energia rinnovabili, al fine di perseguire un basso impatto ambientale.

Quando una opera d’arte è esposta, l’ottenimento dei desiderati valori di temperatura e di umidità relativa dell’aria e di illuminamento dipende dall’equilibrio tra il comportamento energetico passivo connesso all’involucro edilizio e quello attivo connesso ai sistemi impiantistici.

Con queste premesse, la Fondazione Musei Senesi si è posta come obiettivo quella di aumentare la consapevolezza dei vari e diversi soggetti che gravitano intorno alle strutture museali riguardante il funzionamento degli apparati tecnologici rivolti alla controllo delle condizioni microclimatiche, che costituiscono la “macchina museo”.

Questo obiettivo si è tradotto operativamente nelle attività del progetto di ricerca “L’edificio Museo: Energia, Impianti, Sicurezza”.

Il progetto è stato sviluppato coinvolgendo i Musei presenti sul territorio senese di ambito della Fondazione, che si sono prestati a svolgere una attività sperimentale volta ad indagare il comportamento del sistema edificio-impianto. In particolare l’attenzione è stata rivolta agli aspetti energetici e alle dotazioni impiantistiche per il controllo climatico dell'ambiente confinato, con lo scopo di accrescere la consapevolezza riguardo al funzionamento e alla manutenzione dell’edificio-museo. Alla luce delle risultanze di questa indagine, è stato sviluppato questo e-book: un manuale, di taglio divulgativo ma ordinato, pensato come supporto agli enti proprietari dei Musei per monitorare e valutare lo stato di fatto delle loro strutture con particolare riferimento ai temi della efficienza energetica. Il manuale è corredato da uno strumento di auto-valutazione elaborato ad hoc.

Il testo potrà rappresentare un sicuro punto di riferimento per le numerose ed eterogenee esperienza museali disseminate in tutto il territorio italiano.

Premessa

Luigi Di Corato | *Green Museum: un presupposto per il futuro presente*

1. Sussidiarietà, sostenibilità e sviluppo

Nella gestione dei beni culturali, come più in generale nella gestione dei beni pubblici, al fine di conseguire risultati concreti e duraturi, ogni decisione non può che muovere da tre presupposti chiave: sussidiarietà, sostenibilità e sviluppo. Tre fondamenti che possono dare, se correttamente coniugati e correlati, attendibilità e prospettiva alla programmazione di lungo termine, unico strumento utile a garantire il nostro patrimonio culturale alle generazioni future e a rinnovare quel senso di appartenenza e di responsabilità che è la necessaria precondizione per assicurarne, anche in un momento di crisi globale, la persistenza nel tempo. Un "valore d'eredità" che è sempre più in discussione a causa di una miopia generalizzata o per l'incapacità di dimostrare nei fatti il valore di utilità collettiva del patrimonio culturale, quindi anche dei musei che lo conservano e lo valorizzano.

Ripartire da tali concetti significa abbandonare la logica dell'evento temporaneo – troppo spesso concepito come strumento per conseguire visibilità ed ipotetici vantaggi in una visione di breve termine – e della comunicazione culturale di corta gittata, anche se orientata al grande consenso, per ricominciare ad impostare strategie di gestione strutturata che abbiano valore d'investimento. A tal fine, il punto di partenza per ogni azione concreta non può che muovere dalla valorizzazione delle collezioni permanenti – dotazione fondante del museo – nel loro rapporto

sia con il territorio, sia con le comunità che le hanno generate nel corso della propria storia.

Se per sviluppo sostenibile si intende tradizionalmente “uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni”1 e se tale definizione si applica ad ogni tipo di sviluppo – sociale, culturale ed economico – dobbiamo immaginare il museo come un istituto a tutto tondo, autenticamente “a servizio della società e del suo sviluppo”2. Una visione non facile da mettere in atto, soprattutto in Italia, dove la stragrande maggioranza dei musei sono pubblici e civici, gestiti in economia dalle amministrazioni proprietarie, avvalendosi di una normativa recente. Questa tende a ripartire le competenze di tutela e valorizzazione tra livelli istituzionali diversi e a dividere le “attività a rilevanza economica” – come i servizi museali - dalle azioni di supporto a tali attività – come il funzionamento delle strutture – che rappresentano spesso un costo di difficile remunerazione. Oggi, grazie ad una corretta applicazione del concetto costituzionale di sussidiarietà verticale è possibile conseguire politiche e risultati inter-istituzionali importanti, come garantire una corretta gestione della struttura-museo al fine di determinare le condizioni per un’adeguata conservazione del patrimonio conservato in tali istituti. Spesso però, nelle gestioni in economia, non è così semplice armonizzare le diverse competenze che all’interno dell’ente possono concorrere al conseguimento di un obiettivo comune come questo. Ad esempio, la gestione dei musei civici – per essere ottimale – dovrebbe coniugare almeno le competenze dell’ufficio cultura, preposto alle attività e ai servizi culturali, con l’ufficio patrimonio, preposto alla gestione degli immobili, l’ufficio tecnico, con competenze relative alle manutenzioni ordinare e straordinarie sugli immobili, e l’economato, che si occupa dei servizi e delle attività ordinarie (come le pulizie o le utenze). È quindi necessario impostare, più che un normale coordinamento, un modello di “sussidiarietà orizzontale interna” alle amministrazioni, stimolato dalla convinzione condivisa che sia necessario conseguire obiettivi comuni. Le sole competenze del direttore del museo pubblico – figura sempre più rara e ancillare in un regime di risorse scarse e di tagli ai bilanci degli enti locali - spesso non sono sufficienti a garantire ogni aspetto del funzionamento dell’organismo che egli gestisce. Pertanto, oltre al pieno sostegno della compagine politica, diventa basilare conseguire quelle economie di scopo interne all’ente che permettono di costituire un fronte comune, anche per i “piccoli atti” della gestione corrente.

Peraltro, la sedimentazione di concetti come sostenibilità economica e sostenibilità ambientale anche nella normativa e nelle pratiche degli enti locali, ha recentemente favorito un vero e proprio cambiamento culturale nella direzione qui presentata che può e deve coinvolgere anche i musei. Risposte in tal senso sono arrivate dalla recente normativa sugli standard museali, dove sono stati introdotti strumenti concreti per definire una cultura della qualità e dell’autovalutazione anche per quanto riguar-

da l'assetto economico-finanziario e delle strutture museali[3]. Tale approccio porta finalmente a concepire l'esperienza museale come un fenomeno non più circoscritto al solo rapporto tra utente e oggetto musealizzato, ma come un'esperienza a tutto tondo, in cui il valore e la qualità complessiva degli spazi e dello loro dotazioni strutturali non sia più residuale, ma determinante almeno quanto i servizi museali offerti. Un approccio olistico al museo, che permette di creare le condizioni per un diverso e più denso rapporto tra conoscenza e accoglienza.

2. Musei e Facility Management

Date tali premesse, è importante ricordare che l'edificio museo è un "contenitore energivoro". Oggi non è cosa semplice, se non un vero e proprio miracolo, riuscire a garantire, in particolar modo per i musei storico-artistici, condizioni di controllo climatico adeguate, una corretta illuminazione degli oggetti esposti, idonei livelli di sicurezza non solo per gli oggetti esposti ma anche per i visitatori e i lavoratori, apparati tecnologici attivi, sempre più importanti nell'esperienza museale d'oggi. Si consideri che le strutture considerate – almeno in Italia – sono ubicate prevalentemente in contesti storici problematici, certamente non nati per ospitare musei. Al fine di dare un contributo concreto alla discussione di temi tanto complessi, si è inteso predisporre uno strumento sistematico sia sul piano teorico, che tramite dati empirici, nella speranza di dare l'avvio ad un dibattito che possa portare a soluzioni concrete. Spesso semplici accorgimenti pratici possono portare benefici concreti, immediati e misurabili, sia misurabili a livello economico, che percepibili direttamente dal visitatore.

La gestione integrata di tutto ciò che supporta i processi primari di un museo - la sua attività culturale, sociale e di conservazione -, come la gestione economico-finanziaria, delle risorse umane e delle utilities (intese come gestione di strutture, impianti, energia, sicurezza, utenze, rete internet, manutenzioni, ma anche analisi del comportamento del pubblico), può essere supportata, oltre che da una vasta letteratura sul tema, anche nell'ambito della gestione degli enti pubblici, da strumenti aziendali consolidati, che rientrano sotto il nome di Facility Management (FM)[4].

Il Facility management (FM) è un campo interdisciplinare di studi, rivolto allo studio delle interazioni descritte, con l'obiettivo di migliorare le prestazioni complessive dell'iatituto o azienda al quale si applica. Emerso come disciplina autonoma durante gli anni '70, il FM si è evoluto nel tempo divenendo oggetto di armonizzazione da parte dei principali enti di standardizzazione (tra cui ISO a livello mondiale e EN a livello europeo, fino all'italiano UNI), la cui attività ha generato la definizione ufficiale adottata nel 2006 da tutti i 29 paesi facenti parte dell'Unione Europea: "(the) integration of processes within an organisation to

maintain and develop the agreed services which support and improve the effectiveness of its primary activities”[5].

Per “facility” si intende infatti ogni manufatto (tangibile) o processo (intangibile) volto a supportare i processi primari dell’organizzazione e il FM è dunque il coordinamento dello spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l’attività che l’organizzazione svolge al fine perseguire la propria missione con l’obiettivo di rendere l’organizzazione da un lato più efficace e dall’altro più flessibile nell’adeguarsi ai cambiamenti che i mutamenti dell’ambiente esterno le richiedono nel tempo.

Il FM integra quindi principi di gestione da due punti di vista che rappresentano oggi i due campi di indagine del FM nella sua visione più allargata:

✓ spazi e infrastrutture: considera l’esigenza di spazi di lavoro attraverso servizi quali la pianificazione degli spazi e delle stazioni di lavoro, design, costruzione, locazione, manutenzione, arredo, strumentazioni, infrastrutture tecniche, pulizie, eccetera;

✓ persone e organizzazione: riguarda le esigenze relative a gestione eventi, ICT, ospitalità, sicurezza, gestione delle risorse umane, logistica, forniture, gestione documentale, contabilità, marketing, eccetera.

Se adottato come strumento predittivo, il *Facility Management* garantisce un approccio volto allo sviluppo di politiche, standard e processi che contribuiscono in modo fattivo alle attività primarie del museo, rendendolo in grado si adattarsi ai cambiamenti e di migliorare l’efficacia della sua azione, anche grazie ad un diverso coordinamento delle risorse umane che con esso interagiscono. Un atteggiamento nuovo che può portare il museo ad imparare dai suoi comportamenti al fine, ad esempio, di abbattere sensibilmente i costi generati dalla sua azione con l’aumentare dell’efficienza complessiva e della sostenibilità delle strutture, risultati che possono essere un buon presupposto per un aumento della capacità culturale complessiva dei servizi forniti.

Il progetto *L’edificio museo. Energia, impianti, sicurezza* è la prima indagine conoscitiva concreta avviata in tal senso da Fondazione Musei Senesi - grazie al sostegno di Regione Toscana, della Provincia di Siena e in virtù delle competenze tecniche specifiche messe a disposizione dal Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino e dall’ing. Fabio Marulli d’Ascoli- anche al fine di misurare e comprendere lo stato di fatto in cui versano i 43 istituti che afferiscono al sistema museale senese, per poter adottare in seguito misure consapevoli nell’ottica di una gestione informata proprio ai principi del *Facility Management*. Sono stati quindi affrontati e poi restituiti sotto forma di manuale, tutti gli aspetti connessi all’edificio museo inteso come contenito-

re (letto nei suoi aspetti distributivi e funzionali, nell'involucro opaco dall'isolamento termico alla sua capacità termica, nell'involucro trasparente valutando l'isolamento termico dei serramenti), ai suoi impianti per il controllo ambientale (climatizzazione, centrale termica o frigorifera, Unità di Trattamento dell'Aria e bocchette di distribuzione dell'aria, terminali impiantistici ad acqua per la climatizzazione, impianti di climatizzazione e classi potenzialità di controllo climatico indoor, impianti elettrici), agli impianti per la sicurezza (rilevazione degli incendi, spegnimento incendi, impianti di protezione dalle intrusioni non autorizzate, videosorveglianza), fino all'impiego di fonti rinnovabili e nuove tecnologie energetiche per il fabbisogno del museo (pannelli solari fotovoltaici, pannelli solari termici, biomasse, pompe di calore, illuminotecnica e nuove frontiere dei LED). Un percorso di approfondimento e di formazione che ha coinvolto sia i responsabili scientifici dei musei sia gli addetti degli uffici tecnici degli enti locali proprietari dei musei stessi e che ha portato alla realizzazione di un percorso di autovalutazione, attuato tramite l'utilizzo di una checklist predisposta dagli esperti del Politecnico di Torino. Uno strumento efficace che ha consentito di valutare in modo sistematico lo stato di fatto e di definire le misure necessarie al conseguimento dei citati standard di riferimento, oltre che di creare consapevolezza nei 43 musei del territorio su temi centrali, ma fino ad allora considerati marginali. Il percorso ha poi permesso di finalizzare meglio le dotazioni impiantistiche alle attività culturali, definire margini di miglioramento e buone pratiche per l'abbattimento dei consumi energetici e, quindi, di contribuire in ultima istanza alla salvaguardia dell'ambiente così come ad una nuova cultura dello sviluppo sostenibile. Tutto ciò è oggi a disposizione dei musei toscani, nazionali e internazionali sia in digitale (e-book interattivo e pdf), sia per mezzo di un volume cartaceo tradizionale, nella speranza che possa essere un valido contributo alla crescita della cultura della qualità e della cultura organizzativa anche nei musei.

Note

1. Definizione tratta da *Our Common Future*, documento rilasciato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED) noto come rapporto Brundtland in cui, per la prima volta, viene introdotto tale concetto.

2. La definizione completa, consegnata all'art. 3 "Definizioni" dello statuto di ICOM, è la seguente: "Il museo è un'istituzione permanente senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo. È aperto al pubblico e compie ricerche che riguardano le testimonianze materiali e immateriali dell'umanità e del suo ambiente: le acquisisce, le conserva, le comunica e, soprattutto, le espone a fini di studio, educazione e diletto". Lo Statuto

di ICOM è stato adottato dalla 16° Assemblea generale (L'Aja, Olanda, 5 settembre 1989), è stato poi modificato dalla 18° Assemblea generale (Stavanger, Norvegia, 7 luglio 1995), dalla 20° (Barcellona, Spagna, 6 luglio 2001), dalla 21° (Seul, Repubblica di Corea, 8 ottobre 2004), dalla 22°(Vienna, Austria, 2007).

3. Il Decreto Ministeriale 10 maggio 2001 "Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei" - (Art. 150, comma 6, del D.Les. n. 112 del 1998) G.U. 19 ottobre 2001, n. 244, S.O. – definisce specificatamente nell'ambito II° l'assetto finanziario del museo e dedica l'ambito III° alle strutture museali.

4. Cfr. http://www.eurofm.org/about-us/what-is-fm/

5. EN 15221-1: 2006 Facility Management – Part 1: Terms and definitions

La Fondazione Musei Senesi si è posta l'obiettivo di individuare, codificare e realizzare un percorso che possa consentire di monitorare, esaminare ed adeguare l'edificio museo rispetto alle funzioni che è chiamato a svolgere in riferimento alla propria missione. Il percorso si propone di:

✓ conseguire piena consapevolezza sullo stato di fatto della "macchina museo";

✓ conseguire risultati concreti in termini di miglioramento degli standard di qualità nel funzionamento dei musei;

✓ abbassare i costi fissi della gestione ordinaria;

✓ ridurre al minimo gli interventi di manutenzione straordinaria;

✓ migliorare complessivamente le condizioni di conservazione delle collezioni (e quindi abbattere i costi di restauro che si rendono necessari in cattive condizioni di conservazione);

✓ migliorare complessivamente le condizioni di fruizione da parte dei visitatori;

✓ migliorare le condizioni di lavoro del personale;

✓ migliorare i livelli di sicurezza attiva e passiva;

✓ conseguire risultati concreti in termini di razionalizzazione energetica e riduzione dei consumi;

✓ indirizzare i gestori all'individuazione di soluzioni migliorative.

In particolare la collaborazione tra la Fondazione Musei Senesi e il gruppo di ricerca TEBE del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino ha portato all'elaborazione e allo svolgimento del progetto di ricerca: "L'edificio Museo: Energia, Impianti, Sicurezza".

La Regione Toscana ha ravvisato nel progetto un interesse di carattere generale decidendo di collaborare al suo sviluppo. La Regione ha infatti individuato nelle chek list lo strumento di autovalutazione dei musei necessario per le procedure di riconoscimento e nel manuale lo strumento utile alla loro compilazione.

Il progetto è stato sviluppato coinvolgendo i Musei presenti sul territorio senese di ambito della Fondazione, che si sono prestati a svolgere una attività sperimentale volta ad indagare il comportamento del sistema edificio-impianto. In particolare l'attenzione è stata rivolta agli *aspetti energetici e alle dotazioni impiantistiche per il controllo climatico indoor*, con lo scopo di accrescere la consapevolezza riguardo al funzionamento e alla manutenzione dell'edificio-museo. L'obiettivo era quello di creare strumenti e supporti utili ai Musei per la gestione degli edifici, per massimizzare le prestazioni energetiche e minimizzare i consumi, le spese (sia in termini di materie prime che di denaro) e gli impatti ambientali.

A tal fine è stato elaborato un manuale di supporto agli enti proprietari dei Musei per monitorare e valutare il loro stato di fatto con particolare riferimento all'efficienza della "macchina-museo" e corredato da un sistema di buone pratiche e da un sistema di auto-valutazione elaborato ad hoc.

Il contesto della ricerca

Il territorio senese deve molto della sua forte connotazione e qualità alla sua non comune diffusione di beni culturali. L'integrazione tra queste presenze e un passaggio segnato anch'esso dalla cultura ha creato quella forte stratificazione di eventi, segni, occasioni di memoria e testimonianze che hanno portato all'esistenza di molti piccoli musei, civici e diocesani, nei quali si concentra gran parte del patrimonio artistico proveniente da chiese, palazzi, collezioni private, istituzioni e scavi archeologici. Si tratta in molti casi di sceltissimi patrimoni d'arte, di veri e propri documenti di civiltà.

Momenti fondamentali per delineare e dare corpo al più autentico senso di identità di un territorio e della comunità che lo abita. Una delle differenze più evidenti tra un museo singolo e un sistema museale è proprio la capacità di ricevere forza dall'integrazione di tante risorse, non solo insite nella specifica istituzione culturale, ma anche esterne e radicate nel territorio, e di proporsi come uno dei diversi luoghi, non l'unico, della conoscenza di una complessità culturale seppur coordinata. Ogni singola unità si mostrerà quindi come l'autonoma componente di un insieme politematico e potrà acquistare maggiore valore e più forte significato proprio in relazione a tutti gli altri elementi.

La Fondazione Musei Senesi riunisce oltre quaranta musei in un percorso che offre al visitatore una testimonianza esclusiva dell'identità culturale senese. Un patrimonio immenso e tanto più prezioso in quanto i musei spesso si inseriscono in edifici monumentali di grande interesse architettonico e si legano per prossimità geografica e continuità storica ai loro contesti di provenienza, ponendosi come esempio paradigmatico di museo diffuso. Le collezioni conservate nei Musei Senesi abbracciano in questo modo tutta la civiltà delle Terre di Siena (e non solo) dalle origine etrusche fino al contemporaneo, nelle più diverse declinazioni dei beni di carattere storico artistico, archeologico, scientifico, naturalistico ed etnografico.

Lo studio ha preso in esame 41 Musei della Fondazione Musei Senesi (cfr capitolo 3, Approfondimenti, terza sezione). Il campione risulta eterogeneo con la presenza di:

✓ musei storico-artistici

✓ musei etnografici

✓ musei archeologici

✓ musei scientifici

Edificio, impianti, energia

Il Manuale, suddiviso in schede, ha la funzione di aumentare la consapevolezza sul funzionamento e sulla manutenzione del sistema edificio-museo in relazione alle dotazioni impiantistiche, alle fonti rinnovabili e alle nuove tecnologie e diffondere un linguaggio comune condiviso.

L'obiettivo è quello di creare uno strumento utile ai Musei per la gestione degli edifici, per massimizzare le prestazioni energetiche e minimizzare i consumi e le spese (sia in termini di materie prime che di denaro) e gli impatti ambientali.

L’edificio museo come contenitore

Sommario

1.1. Dal contesto all’edificio museo
1.2. Aspetti distributivi e funzionali
1.3. L’involucro opaco: l’isolamento termico
1.4. L’involucro opaco: la capacità termica
1.5. L’involucro trasparente: l’isolamento termico dei serramenti

1.1. Dal contesto all’edificio museo

L’analisi energetica dell’edifico museo nel suo complesso non può prescindere da una analisi dello stato di fatto riguardante aspetti di più ampia natura: oltre agli aspetti prettamente impiantistici, anche le valutazioni sull’ambiente in cui l’edificio è inserito, la tipologia dell’edificio derivante dalla funzione originaria, l’attitudine degli spazi a contenere attività proprie di una sede museale e non ultime la tipologia di beni custoditi ed esposti all’interno.

Si intende fornire di seguito alcuni spunti di riflessione su questi aspetti. In generale, tali valutazioni costituiscono uno strumento per una valutazione preliminare degli edifici destinati ad ospitare beni culturali, utile ai Responsabili delle sedi museali e agli Enti Gestori anche nell’ordinaria gestione con l’obiettivo di migliorare le attività di tutela, valorizzazione e qualità offerta nel settore dei Beni Culturali a loro affidati.

La parte iniziale della presente scheda contiene indicazioni sula contestualizzazione ambientale del museo e sulla conoscenza climatica del sito; in seguito si passa all’analisi dell’edificio vero e proprio considerando prima gli aspetti tipologici e poi quelli costruttivi e fisici relativi all’involucro edilizio.

Vista la pluridisciplinarietà delle tematiche che confluiscono in questa scheda, le indicazioni riportate rappresentano necessariamente accennate una sintesi di tematiche assi

ampie, consapevoli che ciascuna di esse richiederebbe una specifica e dedicata trattazione che tuttavia esula dalle finalità di questo manuale.

Il contesto ambientale

L'analisi del contesto e dell'ambiente in cui l'edificio museo è inserito come rappresenta il primo passo per la conoscenza dello stato di fatto energetico. È necessario individuare la sua ubicazione sia rispetto ad un contesto urbano o rurale, mettendo in evidenza anche l'eventuale collocazione rispetto a situazioni in cui l'impatto antropico possa modificare sensibilmente le condizioni al contorno, ad esempio con la generazione di agenti inquinanti dannosi per le collezioni del museo. A tal proposito si pensi alla collocazione di un museo nei pressi di una strada molto trafficata, caso in cui sarà necessario limitare e controllare processi di ventilazione naturale che determinino l'ingresso degli inquinanti dall'esterno in ambiente, al fine di proteggere le collezioni esposte dall'aggressione di agenti di degrado.

Il clima esterno ha poi una forte influenza su quello interno dell'edificio: la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno è il motore dei flussi energetici che attraversano l'involucro edilizio.

Si segnalano di seguito le principali grandezze ambientali esterne influenzanti i flussi termici:

✓ temperatura dell'aria esterna

✓ temperatura del terreno

✓ irraggiamento solare

✓ velocità del vento

Anche l'umidità relativa esterna è un parametro estremamente significativo.

Per la trattazione completa dell'argomento e le definizioni delle grandezze si rimanda ai numerosi testi della bibliografia [ad esempio G.V. Fracastoro, *Sistema ambientale esterno*, in L. Stefanutti (a cura di), *Manuale degli impianti di climatizzazione*, I, Milano 2007]. Si segnala tuttavia in questa sede l'importanza di tali aspetti nel momento in cui si avvia la progettazione di un nuovo edificio o la riqualificazione energetica di edifici esistenti, sia con riferimento all'involucro edilizio (pareti e finestre) che agli impianti.

L'identificazione della tipologia di edificio

Gli edifici destinati a sede museale presentano una casistica tipologica estremamente varia, poiché la maggior parte dei musei che ospitano beni non sono nati con tale specifica destinazione. Fatta eccezione dei pochi casi di edifici di recente progettazione e realizzazione, in Italia, i musei vengono nella maggior parte dei casi ospitati in strutture riconvertite, la cui funzione originaria era altra rispetto a quella di contenitori

per l’esposizione delle collezioni. Spesso tali edifici sono edifici storici: in origine palazzi nobiliari, dimore storiche, castelli, chiese, complessi architettonici e fortificazioni; essi stessi sono assimilabili a beni culturali per l’importanza della costruzione, degli apparati decorativi, per gli arredi e le opere d’arte in essi contenuti non svincolabili e trattabili separatamente dall’edificio stesso. Nascono, quindi, con sensibilità rispetto al tema del “risparmio energetico” in periodi nei quali questa tematica era del tutto assente.

In questo variegato panorama, il Codice dei Beni Culturali non fornisce una classificazione dettagliata secondo la tipologia, fatta eccezione che per gli studi d’artista, le ville con forte interesse artistico e storico, le architetture rurali aventi interesse storico od etnoantropologico. Si intende di seguito presentare alcune classificazioni proposte in ambito sia nazionale che internazionale che hanno cercato di fare chiarezza nell’insieme delle tipologie degli edifici includibili nelle categorie di beni culturali.

Si è deciso di riportare innanzitutto l’Art. 2 dello Statuto dell’**ICOM** (Definizioni) che è il punto di riferimento per successive classificazioni proposte da enti nazionali ed internazionali.

Il museo è un’istituzione permanente senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo; è aperto al pubblico e compie ricerche che riguardano le testimonianze materiali dell’umanità e del suo ambiente: le acquisisce, le conserva, le comunica e, soprattutto, le espone a fini di studio, educazione e diletto.

b) Oltre ai “musei” definiti tali, rientrano in questa stessa definizione:

✓ i siti e i monumenti naturali, archeologici ed etnografici, nonché i siti e i monumenti storici che abbiano la stessa natura dei musei in quanto acquisiscono, conservano e comunicano le testimonianze materiali dell’umanità e del suo ambiente; - le istituzioni che conservano collezioni e presentano esemplari viventi di vegetali o animali, quali gli orti botanici e i giardini zoologici, gli acquari e i vivaria; - i centri scientifici e i planetari;

✓ le gallerie d’arte senza scopo di lucro; gli istituti destinati alla conservazione e le gallerie adibite a esposizioni, che dipendono da biblioteche e da centri archivistici;

✓ i parchi naturali;

✓ le organizzazioni museali nazionali, regionali o locali, le pubbliche amministrazioni responsabili di musei quali sopra definiti;

✓ le istituzioni o le organizzazioni senza scopo di lucro che conducono attività di ricerca in materia di conservazione nonché attività di educazione, formazione, documentazione o altro, collegate ai musei e alla museologia;

✓ *i centri culturali o altre istituzioni che hanno il fine di contribuire alla salvaguardia, alla continuità e alla gestione di beni patrimoniali tangibili e intangibili (patrimonio vivo e attività creativa digitale);*

✓ *ogni altra istituzione che il Consiglio esecutivo, su parere del Comitato consultivo, giudichi possedere talune o tutte le caratteristiche di un museo, o che offra a musei e a professionisti museali gli strumenti per condurre ricerche negli ambiti della museologia, dell'educazione o della formazione.*

Inoltre secondo l'**UNESCO** rientrano nella categoria dei beni culturali e monumenti:

✓ *chiese, edifici di culto (santuari, abbazie, monasteri, cappelle, ecc.), le ville, i parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico, le tipologie di architettura rurale aventi interesse storico od etnoantropologico quali testimonianze dell'economia rurale tradizionale, monumenti funerari (sepolcri, mausolei, necropoli, catacombe architettura funeraria, ecc.), architettura fortificata (mura, castelli, torri, ecc.), edilizia civile architettonica (dimore storiche, fontane monumentali, ponti storici, ecc.), monumenti celebrativi.*

Un'altra esperienza riguarda la categoria di bene culturale definita come Casa Museo, inteso come il luogo in cui qualcuno ha abitato e che porta i segni e le forme della cultura e della società a cui quel qualcuno è appartenuto, con un legame indissolubile tra l'edifico e gli oggetti contenuti. Si riporta in questa sede una ulteriore distinzione ed esperienza riferita a questa categoria svolta dal gruppo tematico dell'ICOM, **DEMHIST** (Comité International Demeures Historiques Musées), il quale ha sviluppato una distinzione in nove tipologie che corrispondono ad altrettanti modi di raccontare la storia delle case museo:

✓ *case di uomini illustri, case di collezionisti, case "della Bellezza" (in cui la prima ragione dell'esistenza del museo è la casa come opera d'arte), case testimoni di eventi storici, case volute da una comunità, dimore nobiliari, palazzi reali e luoghi del potere, case del clero, case a carattere etnoantropologico.*

L'involucro edilizio e lo stato di conservazione della struttura

Per una corretta analisi energetica è fondamentale prima di tutto un esame delle proprietà dell'involucro edilizio, inteso come l'elemento che delimita l'edificio, con la funzione di mediare, separare e connettere l'ambiente interno con l'esterno. Esso agisce da elemento di regolazione e controllo dei flussi temici per trasmissione attraverso le pareti e per ventilazione naturale: il controllo dei flussi termici costituisce uno dei punti fondamentali per la progettazione del sistema edificio impianti. All'involucro edilizio, costituito da una parte opaca (pareti) e trasparente (finestre) sono richieste prestazioni sempre più elevate in termini di efficienza energetica: si pensi ai nuovi materiali utilizzati ai fini di un miglioramento

dell’isolamento termico. Nei paragrafi 1.3, 1.4 e 1.5 vengono approfonditi argomenti relativi alle proprietà termo fisiche ed energetiche dell’involucro edilizio sia opaco che trasparente.

Si mette inoltre in evidenza che per ottenere una lettura completa dello stato di fatto, per eventualmente affrontare interventi migliorativi dell’efficienza energetica dell’edificio, è essenziale raccogliere prioritariamente macro-informazioni relative a:

✓ anno di costruzione della sede

✓ materiali principali utilizzati

✓ stato di conservazione dell’involucro anche con giudizi di carattere generale (ottimo, buono, sufficiente, scadente..etc).

✓ mantenimento della memoria degli interventi di natura edilizia avvenuti nel corso del tempo ed eventualmente in corso

✓ eventuali alterazioni della forma originaria

Si vuole altresì segnalare che per il mantenimento in efficienza dell’involucro edilizio e delle strutture è importante compilare e mantenere aggiornato un piano di gestione degli interventi di riqualificazione, al fine di stabilire quali azioni devono essere intraprese periodicamente e anche per stilare un elenco di priorità utile per orientare le scelte future (Focus 1).

Gestione e manutenzione dell’involucro edilizio e dell’edificio museo

Nell’ordinaria gestione i Responsabili del museo hanno il compito non solo di cura e conservazione delle collezioni, ma anche del mantenimento e gestione dell’intero edificio attraverso azioni pianificate e aggiornate in modo continuo. Già nell’**ATTO D’INDIRIZZO** (D.M. 10 maggio 2001 Atto di indirizzo sui criteri tecnico- scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei) si diceva che “il museo tenuto a garantire che le sue strutture siano adeguate alle funzioni cui sono adibite, in conformità alla politica e agli obiettivi educativi e con riferimento alle esigenze delle collezioni, del personale e del pubblico. In particolare le strutture devono essere adeguate tipologicamente e dimensionalmente ed essere flessibili, attrezzabili, funzionali, controllabili, mantenibili, accessibili e riconoscibili”. “Il museo è tenuto ad assicurare che le strutture siano conformi alle disposizioni di carattere cogente, ad attuare interventi finalizzati a rendere le strutture atte a conseguire predeterminati obiettivi di qualità e a prevedere tutte le azioni pianificate e sistematiche necessarie per garantire la continuità nel tempo dei servizi resi.”

Per una corretta gestione dell’edificio museo si evidenziano di seguito alcuni dati e documenti di cui è necessario disporre presso la sede museale, anche nei casi in cui le competenze specifiche siano delegate ad altri enti gestori o uffici tecnici:

✓ dettagli della costruzione dell’edificio

✓ planimetrie dell’edificio

✓ posizione e dettagli delle aperture

✓ schemi dell’impianto idraulico, elettrico, di condizionamento e riscaldamento

✓ contratti di manutenzione ed assicurazione

✓ informazioni sulle ditte responsabili della manutenzione degli impianti

✓ informazioni sui costi di precedenti manutenzioni per azioni comparative

È opportuno che tutte le procedure per le attività di manutenzione siano descritte con le tempistiche sul breve e lungo periodo. Di seguito si fornisce un elenco delle principali attività suddivise per l’esterno e l’interno.

Esterno:

✓ pulizia delle finestre

✓ pulizia dei canali di gronda e dei pluviali

✓ pittura delle porte e finestre

✓ pulizia delle pietre

✓ manutenzione del tetto

✓ manutenzione dell’impermeabilizzazione del tetto e dei terrazzi

✓ chiusura di fessure nelle pareti

✓ sistemazione dei sentieri e marciapiedi

✓ manutenzione del verde

✓ pulizia di scritte e graffiti

✓ sostituzione delle sorgenti luminose esterne

Interno:

✓ pulizia delle finestre

✓ sostituzione delle sorgenti luminose interne

✓ pulizia dei pavimenti, delle pareti e dei controsoffitti

✓ pulizia dei servizi igienici

✓ controllo degli impianti di riscaldamento e condizionamento

✓ pulizia degli arredi costituenti l’allestimento

✓ rimozione della carta nei cestini

1.2. Aspetti distributivi e funzionali

Nella presente scheda si intende fornire una classificazione degli spazi mettendo in evidenza l'importanza delle relazioni e connessioni tra le varie parti dell'edificio museo con degli approfondimenti relativi agli spazi espositivi e ai depositi, con riferimento anche agli aspetti energetici.

I volumi destinati al museo

Una prima osservazione riguarda la presenza o meno nello stesso edificio di differenti funzioni: si riscontra infatti come le sedi museali siano spesso collocate all'interno di un edificio che ospita differenti attività. Ad esempio, si ha la compresenza del museo con una biblioteca, con spazi polifunzionali, con una scuola; altro esempio è la presenza di musei scientifici in un palazzo universitario. Tale promiscuità di funzioni spesso ha delle ricadute sia in termini di consumi energetici dell'intero complesso, sia in termini di capacità di mantenimento di condizioni ambientali idonee alla conservazione delle collezioni esposte: particolarmente critico è il caso in cui le centrali impiantistiche termiche e frigorifere sono in comune con l'intero complesso.

Si pensi a quelle funzioni per cui nelle ore notturne o nei fine settimana potrebbe essere possibile lo spegnimento degli impianti, ma che non risulta possibile in caso di compresenza di un museo per non pregiudicare la corretta conservazione delle collezioni. In tali situazioni si deve procedere prima di tutto alla raccolta di informazioni sulle differenti volumetrie e superfici destinate alle diverse funzioni, al fine di ottenere una migliore conoscenza della propria struttura e indirizzarsi verso una migliore gestione degli impianti.

La classificazione degli spazi

Nella suddivisione degli spazi, si è deciso di fare riferimento alla classificazione utilizzata come bozza di lavoro dal Comitato Internazionale sull'architettura e la tecnologia dei musei dell'International Council of Museums (ICOM), proposta da Richard Dober in collaborazione con Friedrich A Waidacher [Richard P. Dober, *Preparing the Brief*, in Gail Dexter Lord and Barry Lord (ed.), *The Manual of Museum Planning*, London 1991]. Una versione definitiva, riveduta e integrata, è in corso di adozione. Di seguito la proposta di classificazione, che può essere utilizzata come base per l'analisi degli spazi a disposizione della sede museale:

✓ **Spazi espositivi** (aree per le esposizioni permanenti, per le esposizioni temporanee)

✓ **Spazi di servizio alle aree espositive** (uffici dei curatori e spazi connessi, laboratori e spazi connessi, aree di movimentazione delle opere, aree di registrazione delle opere, laboratori di preparazione degli allestimenti e spazi connessi, laboratori fotografici, servizi di comunicazione e spazi connessi, pubblicazioni, attività educative, altri spazi di servizio alle sale e aree espositive).

✓ **Depositi e magazzini** (depositi opere (climatizzati), depositi opere (altri), magazzini per materiali di supporto alle collezioni, magazzini materiali, altri magazzini)

✓ **Aree di studio** (biblioteca, archivio, fototeca, terminali per studio, altre aree di studio)

✓ **Aree di servizio al pubblico** (auditorium, teatro e spazi annessi, punti vendita museali, negozi e spazi annessi, punti di ristorazione e spazi annessi, guardaroba e deposito oggetti, servizi igienici, spazi di accoglienza non altrimenti identificati)

✓ **Uffici** (direzione e uffici annessi, programmazione e attività professionali, bilancio contabilità, personale, sviluppo istituzionale, relazioni esterne, elaborazione dati, consiglio di amministrazione, altro)

✓ **Spazi operativi** (sicurezza e spazi connessi, custodia, officine di manutenzione, mensa del personale, spogliatoi e servizi igienici, centrale termica, impianti e spazi connessi)

✓ **Attività educative** (uffici, aree per le attività, laboratori, biblioteca, spazi di servizio)

✓ **Spazi di circolazione** (del pubblico e non aperti al pubblico)

✓ **Spazi non museali** (spazi compresi nell'edificio non assegnati a funzioni e attività museali)

La funzionalità degli spazi

Gli spazi del museo e la loro configurazione devono essere funzionali agli obiettivi preposti, in riferimento alla sua missione e alle attività che vi si svolgono, rispetto alle esigenze del pubblico, delle collezioni e del personale. Si sottolinea che non per forza in ciascun museo debba essere necessaria o disponibile la presenza di tutti gli spazi precedentemente elencati, ma è importante il raggiungimento dell'efficacia ed efficienza di quelli presenti.

La vicinanza di spazi con utilizzi differenti e la compresenza di funzioni deve essere presa in considerazione per ottenere la massima efficienza per la fruizione del pubblico e del personale e per una corretta esposizione e conservazione delle collezioni. Nell'analisi degli spazi interni è interessante mettere in luce ad esempio se gli spazi che ospitano le stesse funzioni siano tutti concentrati nelle stesse aree oppure se dislocati in punti differenti dell'edificio. Rilevare questo aspetto è utile per una valutazione sulle singole zone che necessitano di impianti e controlli per la sicurezza sempre attivi oppure che possano essere disattivati in determinati periodi.

Un'attenzione particolare deve essere rivolta alle aree per le esposizioni permanenti e temporanee, verso le quali si convogliano molto spesso la maggioranza delle attenzioni per la messa a punto degli impianti e delle procedure di sicurezza. Tali aree dovrebbero essere adeguate tipologicamente e dimensionalmente ed essere flessibili, attrezzabili, funzionali,

controllabili, manutenibili, accessibili e riconoscibili. Nei musei medio grandi si rileva spesso la presenza di entrambi gli spazi, mentre in quelli medio piccoli per ovviare ad una eventuale carenza si potrebbe preferire alla permanenza delle collezioni, negli spazi espositivi disponibili, una rotazione delle stesse, invogliando così il visitatore a ritornare al museo. La flessibilità di esposizione dovrebbe anche corrispondere ad una flessibilità dei requisiti per la corretta esposizione delle opere d'arte.

Si vuole porre altresì l'attenzione sulla presenza di collezioni in aree non dedicate come ad esempio nelle aree di accoglienza al pubblico o in altre aree rispetto a quelle normalmente dedicate alle collezioni. Questo ultimo aspetto risulta non poco frequente sia nei musei che in quegli edifici identificabili essi stessi con un bene culturale e che in differenti punti anche non dedicati all'esposizione presentano apparati decorativi, arredi e opere d'arte che necessitano di particolari attenzioni dal punto di vista conservativo. Rispetto a tali aree sarebbe necessaria innanzitutto una loro identificazione e poi anche uno studio della distribuzione al fine di individuare delle possibili soluzioni per la suddivisione delle funzioni e la protezione delle opere d'arte che necessitano di condizioni climatiche differenti da quelle normalmente previste per altre aree. Un accorgimento potrebbe essere quello di inserire le collezioni in vetrine museali oppure separare le aree tramite pareti o vetrate scorrevoli per mantenere il requisito della flessibilità.

I depositi dei beni sono anch'essi aree che necessitano di condizioni ambientali e di sicurezza assimilabili a quelle delle sale espositive, pertanto si ritiene che una buona gestione e organizzazione di tali spazi possa agevolare la corretta conservazione delle collezioni con il raggiungimento di una maggiore efficienza e risparmio sul lungo periodo.

Dalla natura delle collezioni dipenderà l'organizzazione dello spazio per l'esposizione, le condizioni climatiche dell'ambiente interno, la loro collocazione sugli arredi, le strategia di sicurezza.

I depositi devono essere luoghi organizzati, adatti a contenere un numero di oggetti superiore molto spesso a quello delle opere esposte, in cui il monitoraggio, il controllo del microclima e dei livelli di illuminamento siano una prassi nella normale gestione.

In tali aree è necessario inoltre verificare la presenza del passaggio di canali ed impianti che potrebbero recare danni alle collezioni conservate nel caso di guasto e perdite.

I depositi inoltre sono luoghi che si dovrebbe prevedere di aprire e rendere accessibili al pubblico e per tale motivo devono rispondere a tutte le condizioni di comfort termico e di sicurezza di luoghi aperti al pubblico secondo la normativa vigente.

È bene sottolineare che per una migliore efficienza delle prestazioni energetiche e al fine di limitare i consumi si segnala la necessità di dotarsi prima di tutto, ove possibile, di:

✓ spazi filtro tra le aree esterne e quelle interne

✓ porte di accesso ai locali climatizzati

✓ serramenti di qualità per limitare le dispersioni e per una migliore tenuta all'aria.

✓ guarnizioni nuove su porte e serramenti esistenti Si sottolinea la necessità altresì di prestare attenzione alle dispersioni anche attraverso le pareti e i soffitti e verso le fondazioni o locali interrati.

1.3. L'involucro opaco: l'isolamento termico

Come introdotto nelle precedenti schede, un aspetto fondamentale dell'efficienza energetica dell'edificio museo è la qualità termica delle pareti, espressa prima di tutto attraverso le sue proprietà isolanti.

Per isolamento termico si intende ogni sistema tecnologico o intervento atto a limitare il flusso termico scambiato tra due ambienti (interno – esterno, interno – interno) che si trovano a temperature differenti. L'isolamento termico consente di contenere la spesa energetica, soprattutto in regime di riscaldamento.

In pratica, quale è la grandezza che caratterizza l'attitudine di una parete ad insolare? Prima di tutto bisogna specificare che si preferisce caratterizzare la parete attraverso la sua attitudine a farsi attraversare dal calore, cioè l'inverso della sua resistenza: il parametro adottato è la trasmittanza termica [U, W/m^2 K]. La trasmittanza termica è comunemente indicata come U ed espressa in W/m^2 K, da non confondersi, con la trasmittanza termica periodica, richiamata dal Decreto del Presidente della Repubblica del 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia; la quale è indicata come Yie : essa non è

calcolata in regime stazionario bensì dinamico, e viene utilizzata per valutare la capacità di una parete di assicurare attenuazione e smorzamento dell'onda termica (cfr. 1.5).

È giusto sapere che la trasmittanza termica [U, W/m2°C] è la quantità di flusso termico che, in regime stazionario, attraversa una parete per effetto di una differenza di temperatura di 1°C.

Ai fini di una semplificazione di calcolo, la valutazione delle dispersioni termiche in regime invernale può essere considerata in condizioni stazionarie, ossia assumendo alcune semplificazioni quali:

✓ tutte le grandezze in gioco nel calcolo siano costanti nel tempo (temperatura dell'aria interna ed esterna, pressione del vapore etc.);

✓ l'aria degli ambienti in gioco abbia la stessa temperatura in ogni punto;

✓ le proprietà termo fisiche dei materiali e i coefficienti di scambio termico siano indipendenti dalla temperatura;

✓ le pareti siano tutte piane, indefinitamente estese e composte da strati tra loro paralleli;

✓ le resistenze di contatto tra i materiali diversi siano nulle;

✓ il flusso termico che attraversa il componente sia monodimensionale e perpendicolare alle superfici piane che delimitano il componente.

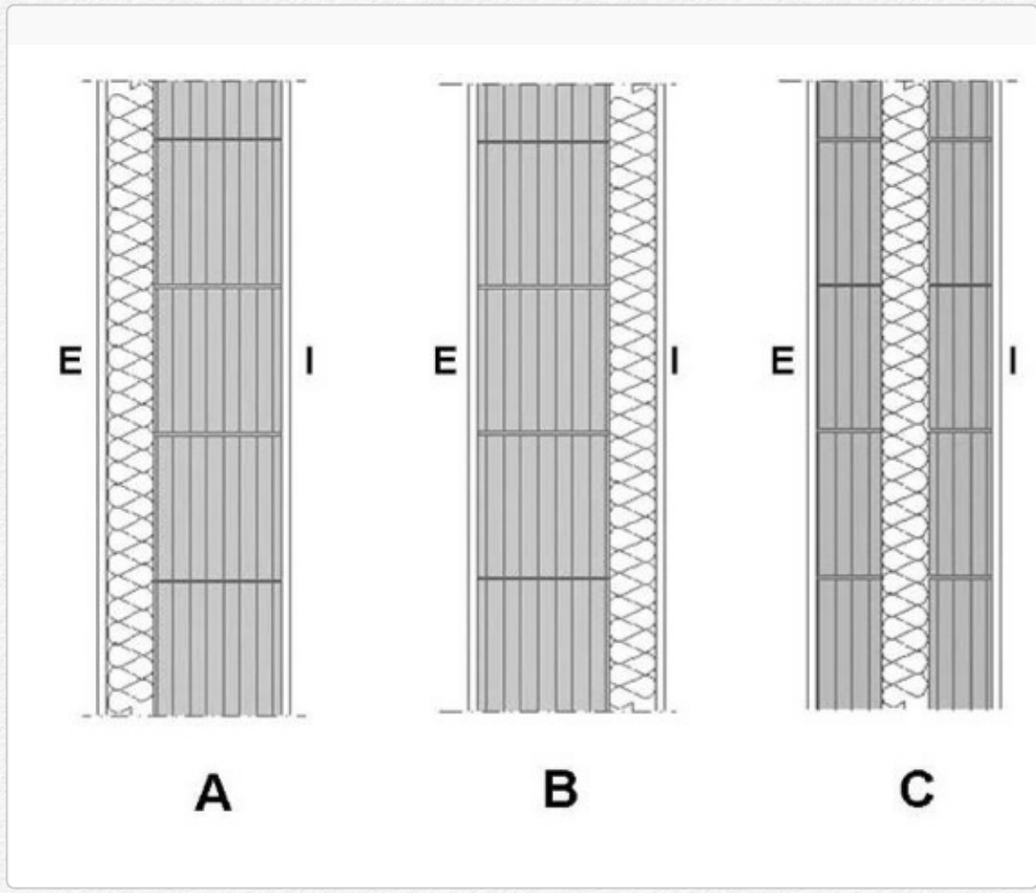
Quindi, per materiale isolante si intende un materiale caratterizzato da una ridotta attitudine alla conduzione del calore. Quanto più alto è il valore della trasmittanza, tanto più bassa è la capacità isolante della parete.

Isolamento termico dell'involucro edilizio

Un corretto isolamento termico negli edifici, oltre ad un contributo significativo sulla riduzione della spesa energetica, consente di evitare la presenza di fenomeni di condensazione, interstiziale e superficiale, restituendo così ambienti salubri ed una maggiore durabilità dei componenti edilizi, contribuendo ad una maggiore omogeneità della distribuzione della temperatura nell'ambiente, in particolar modo per locali di limitate dimensioni. Tali aspetti sono di grande importanza in ambito museale dove il controllo della temperatura sia dell'aria che delle pareti è fondamentale per la conservazione delle opere.

È bene sapere che la legislazione energetica nazionale relativa alle prestazioni energetiche degli edifici prevede dei limiti da rispettare relativamente alla prestazione delle pareti in termini di isolamento termico, definendo dei valori limite di trasmittanza termica in funzione della zona climatica di appartenenza (zone climatiche che vanno dal clima alpino a quello mediterraneo del sud Italia). Tali valori costituiscono il riferimento per assicurare le condizioni minime ammissibili ai fini energetici dei nuovi edifici o degli edifici ristrutturati. A titolo

Esempio di posa in opera di strato isolante costituito da rotolo di lana minerale



Esempi di tipiche soluzioni di isolamento – A cappotto interno, B cappotto esterno, C isolamento in intecapedine

di esempio, per la città di Firenze (zona climatica D) i limiti correnti previsti dalla legge nazionale prevedono una trasmittanza non superiore a 0,36 W/m2 K per strutture opache verticali.

Se da un lato è importante acquisire una crescente sensibilità sul tema dell'isolamento termico, dall'altro non si può trascurare il fatto che in edifici esistenti, ed ancor più in edifici storici come spesso sono i musei, tali interventi siano spesso di difficile realizzazione.

Per operare interventi di isolamento termico sugli edifici è necessario effettuare valutazioni puntuali sulla scelta del componente edilizio da isolare, sulla tecnologia da adottare, sul materiale isolante e sul relativo spessore ottimale ai fini energetici ed economici.

Particolare attenzione deve inoltre essere dedicata al comportamento igrotermico delle pareti: oltre che da flussi di calore, le pareti sono infatti attraversate da flussi di vapore d'acqua. Esso è significativamente influenzato dalla tecnologia utilizzata per la costruzione della parete, cosi come dai materiali utilizzati. Molti fenomeni di degrado delle pareti sono infatti conseguenti a valutazioni igrotermiche non corrette, che si ripercuotono sia sulla stabilità del componente d'involucro sia sulla salubrità degli ambienti interni. Tali processi di degrado possono essere causati da:

✓ condensazione superficiale del vapore acqueo sul lato interno dell'involucro edilizio;

✓ condensazione interstiziale del vapore acqueo all'interno delle strutture dell'involucro edilizio.

Purtroppo, questi processi sono tristemente comuni anche negli ambienti museali.

Il fenomeno della condensa superficiale è connesso alla temperatura superficiale interna della parete e quindi dipende, oltreché dalla temperatura e dall'umidità relativa dell'aria in ambiente, anche dal grado di isolamento che la parete stessa offre. In questo senso l'isolamento termico dell'involucro opaco assume un ruolo sostanziale: come è noto occorre minimizzare, fino ad eliminare, la presenza dei cosiddetti ponti termici in corrispondenza dei quali possono evidenziarsi fenomeni di condensa (cfr. focus), elementi lineari o puntuali in cui la prestazione dell'involucro, a causa di discontinuità geometriche e/o di materiali, decade pericolosamente generando un incremento del flusso termico che attraversa la parete e zone localizzate del componente a temperatura più bassa. In buona sostanza tale situazione si manifesta quando la temperatura della superficie interna della parete è inferiore alla temperatura in cui il vapore acqueo presente nell'aria dell'ambiente interno condensa (detta anche temperatura di rugiada). Tale situazione produce la formazione di gocce d'acqua sulla superficie della parete, le quali possono dare luogo alla formazione di macchie e muffe, spesso visibile in zone d'angolo delle pareti. In tale senso la corretta posizione ed entità di isolamento termico all'interno della parete è sostanziale per evitare il sopraggiungere di tale grave fenomeno.

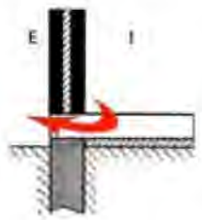
Unitamente alle patologie superficiali occorre valutare la possibile insorgenza di fenomeni interstiziali, dovuti alla permanenza di vapore acqueo negli strati interni dei componenti. Durante la stagione invernale il vapore acqueo migra dall'ambiente interno verso quello esterno a causa della differenza di pressione del vapore. Qualora tale flusso di vapore incontri materiali a temperatura tale da causarne la condensazione occorre accertarsi che la condensa accumulata nel periodo invernale possa smaltirsi nel corso della stagione estiva. Se così non fosse, l'acqua formatasi andrebbe ad occupare gli interstizi all'interno delle pareti, riducendone la

resistenza al passaggio del flusso termico e un conseguente deterioramento della parete.

Per evitare questo problema, la più efficace soluzione progettuale consiste nell'applicazione della cosiddetta "barriera al vapore", ossia di uno strato impermeabile al passaggio del flusso di vapore sul lato cosiddetto "caldo" dell'isolamento termico, ossia verso il locale riscaldato. Tale accorgimento, opportunamente verificato a calcolo nel ciclo annuale, può essere condotto mediante l'applicazione di fogli di alluminio o bituminosi, commercialmente disponibili ormai già applicati al materiale isolante, sia esso in rotoli o a blocchi: nel caso della barriera al vapore il parametro prestazionale da verificare è la permeabilità al vapore acqueo (d kg/s m Pa). L'adozione di tale elemento è valevole per qualunque tecnologia di involucro si adotti, sia essa un tradizionale doppio paramento con interposta intercapendine con isolamento, un sistema cosiddetto a "cappotto", una facciata ventilata, etc..

I ponti termici nei componenti di involucro

I ponti termici costituiscono dei punti deboli all'interno dei componenti edilizi di involucro: si tratta di zone circoscritte, con uno sviluppo lineare o puntuale, in cui la prestazione termica del componente si riduce significativamente a causa di una discontinuità nella stratigrafia, dovuta all'assenza o riduzione di spessore di uno o più strati. Per conseguenza si

Ponti termici in parete piana	- pilastri, travi o altri elementi strutturali che interrompono la continuità dell'isolamento (pilastro all'interno di una parete che interrompe lo strato di isolamento) - elementi strutturali metallici collocati per irrigidire pareti leggere - collegamenti tra componenti diversi (es. involucro opaco – tecnologie finestrate) - discontinuità di isolamento all'interno di componenti prefabbricati (pannelli sandwich) - collegamento tra più elementi di involucro prefabbricati
Ponti termici in intersezione di due componenti piani	- collegamento ad angolo in verticale tra due pareti - collegamento ad angolo in orizzontale tra una parete verticale e un tetto piano o inclinato - collegamento tra parete perimetrale e parete interna verticale o orizzontale (es. solaio di terrazzi che esce dal profilo dell'edificio interrompendo dall'interno all'esterno la continuità della parete perimetrale)
Ponti termici su componenti a contatto con il terreno 	- connessione tra i sistemi di fondazione (platee, plinti, cordoli) con gli elementi strutturali di elevazione che confinano con ambienti interni riscaldati

Ponti termici

ottiene una riduzione della resistenza termica del componente medesimo. Le conseguenze indotte dalla presenza di ponti termici sono di diversa natura, e includono questioni

energetiche, strutturali e di comfort ambientale degli spazi interni.

Da un punto di vista energetico il ponte termico causa un maggiore flusso termico attraverso il componente, con un conseguente incremento delle dispersioni. A ciò può essere associata anche l'insorgenza di patologie legate alla condensazione superficiale e/o interstiziale.

Da un punto di vista strutturale il ponte termico può condurre ad un deterioramento dei materiali che costituiscono il nodo in oggetto.

Le tecnologie ad oggi in commercio consentono, nelle nuove costruzioni, di ridurre significativamente la presenza dei ponti termici anche su nodi particolarmente complessi. Tali componenti, di ormai diffuso utilizzo, posseggono buone prestazioni termiche e strutturali, possono essere posati in opera su tecnologie a secco e a umido.

Anche la correzione dei ponti termici in edifici esistenti ha avuto un forte impulso negli ultimi anni.

Riferimenti legislativi e normativi

✓ Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*

✓ UNI EN ISO 14683:2008, *Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento.*

✓ UNI EN ISO 10211:2008, *Ponti termici in edilizia. Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali. Calcolo dettagliati.*

✓ UNI EN ISO 13370:2008, *Prestazione termica degli edifici. Trasferimento di calore attraverso il terreno. Metodi di calcolo.*

✓ UNI EN ISO 13789:2008, *Prestazione termica degli edifici. Coefficiente di perdita di calore per trasmissione. Metodo di calcolo.*

✓ UNI 6946: 2008, *Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodi di calcolo.*

✓ UNI/TS 11300-1:2008, *Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*

✓ UNI EN 13947:2007, *Prestazione termica delle facciate continue. Calcolo della trasmittanza termica.*

1.4. L’involucro opaco: la capacità termica

Si sente spesso parlare di edifici con pareti pesanti o leggere, o ancor più semplicemente di edifici pesanti. Cerchiamo qui di capire quali sono le grandezze fisiche legate a questo concetto.

La capacità termica, comunemente detta anche massa o inerzia termica, è una proprietà che influenza il comportamento termico dinamico delle pareti, cioè la loro capacità di reagire a sollecitazioni di temperatura che variano nel corso del tempo, come avviene quotidianamente nel corso di una giornata. In particolare, come è noto, un flusso di calore che attraversa una parete viene in parte accumulato dalla parete e in parte lasciato passare: quanto più una parete è caratterizzata da una alta capacità termica, tanto più è significativa la sua tendenza all’accumulo.

Il ruolo della capacità termica nell’involucro edilizio

La capacità termica assume un’importanza fondamentale in ambito museale, in cui è basilare mantenere stabili i flussi termici e le temperature superficiali delle pareti e dell’aria interna: estremizzando il concetto, una alta inerzia termica stabilizzando i flussi termici tende a stabilizzare le condizioni climatiche indoor, fatto positivo per la conservazione delle opere.

Le oscillazioni della temperatura esterna, che si verificano durante il giorno, determinano, col trascorrere delle ore, una variazione (in aumento o in diminuzione) considerevole del flusso di calore che attraversa l’involucro dell’edificio: a ciò può conseguire una variazione anche sensibile della temperatura delle pareti e dell’aria all’interno degli ambienti. Attraverso l’azione congiunta di isolamento termico6 e capacità termica dell’involucro è possibile contribuire al controllo delle temperature interne dell’edificio.

Lo sfruttamento dell’inerzia termica è tanto più efficace quanto più l’escursione termica giornaliera è ampia: ciò varia da città a città. Generalizzando è possibile affermare che se la differenza tra i valori minimo e massimo della temperatura esterna è inferiore a 5°C è più importante valorizzare l’aspetto d’isolamento della parete, mentre se tale differenza supera i 10°C sono da preferirsi costruzioni massive; nel caso di differenze di entità intermedia è necessario valutare di volta in volta in funzione del clima.

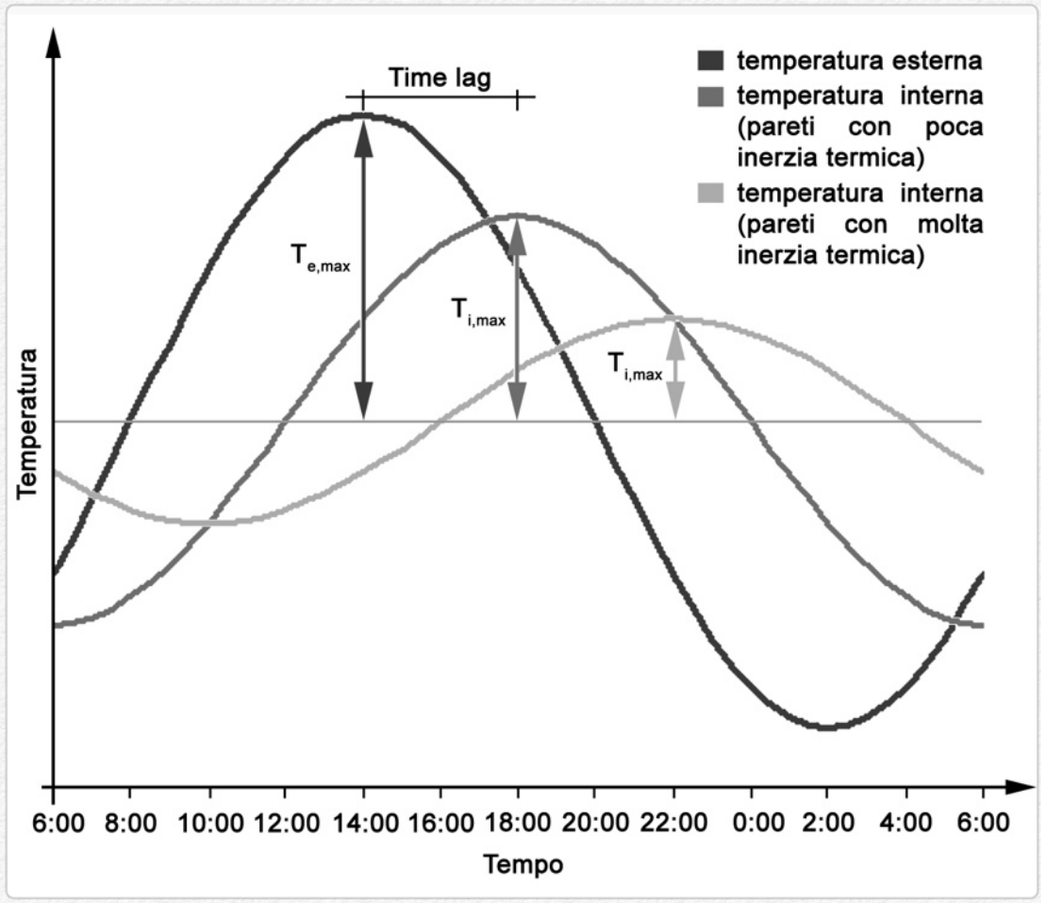
L’inerzia termica degli elementi d’involucro ha l’effetto di ridurre e di ritardare l’azione dei carichi termici dell’ambiente. Come ordine di grandezza, per sfruttare al massimo la massa termica dell’elemento d’involucro edilizio, lo sfasamento tra il manifestarsi di una sollecitazione termica e il suo effetto in ambiente deve essere di circa 8/10 ore, in modo che in estate il

fresco notturno venga trasmesso all'ambiente interno di giorno, e, viceversa in inverno, il calore diurno arrivi negli ambienti interni durante le ore notturne.

Prima di presentare alcuni valori di riferimento, è importante sottolineare che lo sfasamento è proporzionale alla capacità termica dell'elemento d'involucro e inversamente proporzionale alla conducibilità dei materiali che compongono la stratigrafia dell'elemento stesso. La capacità termica di un corpo con massa m è la quantità di calore necessaria per far variare di 1°C la sua temperatura; essa è data dal prodotto tra la massa m [kg] ed il calore specifico unitario c [kJ/kgK] (ccls = 0,88 kJ/kgK; $c_{laterizio}$ = 0,84 kJ/kgK; $c_{isolante}$ = 0,67 ÷ 1,60 kJ/kgK; c_{legno} = 1,22 ÷ 1,66 kJ/kgK; c_{pietra} = 0,88 ÷ 1,30 kJ/kgK).

Quanto più alta è la capacità termica, tanto più tempo impiegherà il calore ad essere trasmesso attraverso l'involucro; quanto maggiore è la conducibilità termica dei materiali (questa grandezza è stata introdotta nelle schede precedenti) che compongono la stratigrafia, tanto minore sarà il tempo impiegato dal flusso di calore per attraversare l'involucro.

Naturalmente, la soluzione migliore consiste in un sistema dotato contemporaneamente di sufficiente capacità termica e bassa conduttività. I materiali da costruzione più adatti per costituire elementi di involucro opaco ad elevata massa termica sono quelli più densi e con un valore maggiore di



Effetto della capacità termica sulla temperatura interna (il significato delle curve è riportato in legenda sul grafico) Time lag = ritardo temporale; $T_{e,max}$ = temperatura esterna massima; $T_{i,max}$ = temperatura interna massima

capacità termica volumica, come il calcestruzzo, i materiali laterizi compatti e le pietre naturali, adatti a rallentare il flusso di calore estivo verso l'interno e ad immagazzinare calore nei periodi invernali per poterlo rilasciare successivamente verso l'interno.

La massa termica può essere sfruttata sia come contributo al riscaldamento, sia al raffrescamento.

In regime di riscaldamento, la capacità delle strutture che definiscono l'edificio può essere sfruttata per ridurre i consumi dell'impianto sfruttando per esempio l'accumulo della radiazione solare entrante. La stessa idea di accumulo è quella impiegata quando si utilizzando come terminali dell'impianto di riscaldamento i pavimenti radianti: il calore viene accumulato nelle strutture che li ospitano e rilasciato lentamente, inoltre grazie alla loro capacità termica, gli elementi in cui si trovano collocati i pannelli (pavimento, parete, ecc.) continueranno a fornire calore all'ambiente anche quando l'impianto sarà spento.

In regime di raffrescamento, per sfruttare al meglio l'azione della massa termica dell'edificio è necessario garantire alla struttura di dissipare il calore accumulato durante il giorno, ad esempio sfruttando la ventilazione notturna. L'aria fresca notturna proveniente dall'esterno lambisce le strutture a elevata massa termica aumentandone le perdite di calore per convezione e dissipando l'energia termica accumulata durante il giorno. Il giorno successivo gli elementi ad alta inerzia accumulano calore e lo rilasciano più avanti nel tempo secondo lo sfasamento caratteristico.

L'influenza della posizione dell'isolante sulla capacità termica

La massa termica può essere dislocata internamente o esternamente rispetto all'involucro dell'edificio. La massa esterna è costituita da quegli elementi direttamente esposti alle variazioni del clima esterno, come la temperatura esterna e gli apporti diretti della radiazione solare; la massa interna è formata dagli elementi esposti alla temperatura dell'aria interna (partizioni interne, solai interpiano, ecc.) e agli apporti di calore interni (illuminazioni, persone, apparecchi ecc.).

La posizione dell'isolante all'interno della stratigrafia muraria determina in parte tale classificazione differenziazione: massa esterna o interna. Si riportano di seguito alcune considerazioni su tre possibili situazioni di riferimento: isolamento interno, in intercapedine ed esterno a cappotto.

Nel primo caso, la presenza di materiale coibente sulla faccia interna delle murature impedisce la fuoruscita del calore, ma ne impedisce anche l'accumulo nella parete retrostante e dunque la possibilità sfruttare la capacità termica degli elementi dell'involucro esterno.

La parete con isolamento in intercapedine presenta una massa termica esterna, che con la sua capacità rallenta l'ingresso della sollecitazione termica, uno strato di isolamento intermedio, che, grazie alla sua resistenza termica, blocca gran parte del calore, e una massa termica interna che invece

contribuisce al mantenimento delle condizioni indoor accumulando calore.

Nel caso di cappotto esterno, l'isolamento ostacola da subito l'ingresso di calore in estate, mentre in inverno permette l'accumulo del calore prodotto internamente in tutta la parete perimetrale.

Per capire se la massa termica è sfruttata efficacemente bisogna considerare se i maggiori consumi energetici siano legati al raffrescamento estivo o al riscaldamento invernale e ovviamente al tipo e al modo di utilizzo dell'edificio nelle varie stagioni. Se sono maggiori quelli in riscaldamento, è bene posizionare le soluzioni con maggiore massa termica in posizioni in cui possano ricevere molta radiazione solare o calore da sistemi radianti. Se viceversa sono maggiori quelli in raffrescamento, è necessario proteggere gli elementi costruttivi con elevata massa termica dalla radiazione solare con sistemi di oscuramento o isolamento; è anche preferibile prevedere lo sfruttamento della ventilazione notturna per la rimozione del calore accumulato dalle superfici durante il giorno.

In ogni caso è bene sfruttare la massa dei solai e delle partizioni interne: sono solitamente le dislocazioni più economiche per posizionare materiali pesanti.

Riferimenti legislativi e normativi

✓ EN ISO 13786:2007, *Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods.*

1.5. L’involucro trasparente: l’isolamento termico dei serramenti

Le superfici trasparenti dell’involucro edilizio costituiscono un elemento di notevole influenza sul bilancio termico e sul clima dell’ambiente interno: in un ambiente museale, inoltre, hanno un ruolo fondamentale per permettere l’ingresso della luce naturale, spesso determinante per valorizzare appieno le caratteristiche delle opere esposte; al contempo, la radiazione può causare il deterioramento delle opere stesse.

Rispetto all’involucro opaco, quello trasparente presenta una minor resistenza al passaggio del flusso termico e una capacità termica praticamente trascurabile.

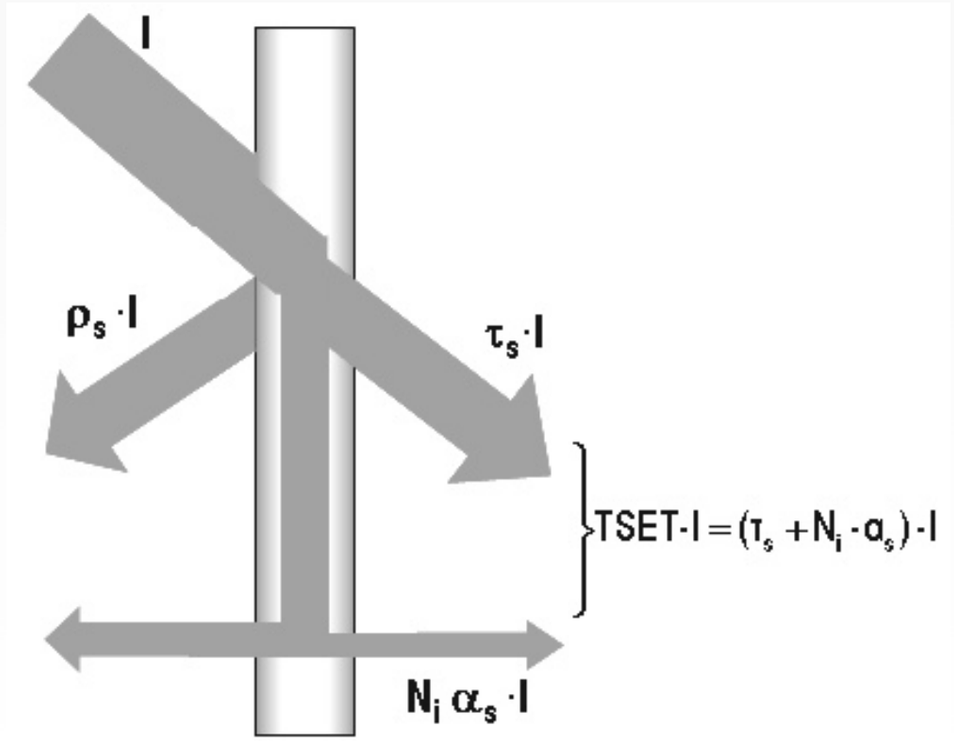
Un’adeguata scelta dei componenti trasparenti permette il controllo dei flussi termici, della radiazione solare e, cosa assai importante in ambienti museali, delle infiltrazioni d’aria.

Il sistema vetro-telaio

Pur nella consapevolezza che gli edifici a destinazione museale sono spesso sottoposti a vincoli architettonici, si ritiene opportuno illustrare da subito i valori limite di legge relativi ai componenti trasparenti: tali valori possono essere utilizzati comunque come parametri di riferimento, seppur non cogenti, per eventuali interventi di ristrutturazione volti al miglioramento dell’efficienza energetica dell’edificio. In caso di nuova costruzione o di sostituzione dei serramenti in un edificio esistente (non soggetti a vincoli particolari), questi ultimi, infatti, devono rispettare una serie di requisiti minimi indicati dalla legislazione nazionale, volti ad assicurare alcune specifiche prestazioni: ottimizzazione del bilancio energetico dell’edificio attraverso la riduzione delle dispersioni termiche in regime invernale e dell’apporto energetico dovuto all’irraggiamento solare in regime estivo; benessere degli utenti e/o degli oggetti in termini termoigrometrici, visivi e acustici e di qualità dell’aria; stabilità agli agenti atmosferici per ciò che concerne la tenuta all’acqua, la resistenza al vento e la permeabilità all’aria; resistenza meccanica alle forze di azionamento, al carico verticale ed alla torsione statica; sicurezza anti-effrazione ed anti-intrusione; manutenibilità e sicurezza d’uso per ciò che riguarda la resistenza all’usura, agli urti, alle manovre errate, al lavaggio, agli agenti aggressivi ed alle sollecitazioni dell’utenza.

I requisiti prestazionali invernali del componente trasparente sono influenzati principalmente dal tipo di vetro, dal tipo di telaio e dal gas contenuto nell’intercapedine nel caso in cui si utilizzi un vetrocamera; quelli estivi sono influenzati dal tipo di vetro e dalla presenza o meno dello schermo, nonché, se utilizzato, dal tipo di schermo.

Per operare consapevolmente una scelta, è essenziale conoscere i principali parametri che caratterizzano l’elemento finestra, costituiti dalla trasmittanza termica, dal fattore di



Schema esplicativo del fattore di trasmissione solare totale del vetro (TSET = fattore di trasmissione solare totale; I = radiazione solare; Alfa = coefficiente di assorbimento; Tau = coefficiente di trasmissione; ro = coefficiente di riflessione; N_i = quota di radiazione solare assorbita e rilasciata verso l'ambiente interno)

trasmissione solare e dai relativi fattori di riduzione, e dalla permeabilità all'aria del serramento.

Il parametro sintetico che caratterizza il comportamento termico del componente trasparente è costituito dalla trasmittanza termica U [W/m^{2}K], che rappresenta il flusso termico che, in condizioni stazionarie, attraversa una superficie di area unitaria per differenza di temperatura unitaria tra ambiente interno ed esterno. Essa dipende dalla trasmittanza termica del telaio, da quella del componente trasparente e, nel caso di vetrate multistrato, dal ponte termico generato dalla presenza del distanziatore posto tra le lastre di vetro. La presenza di un'intercapedine tra le lastre di vetro porta un beneficio termico fino a spessori minori di 3 cm, spessori in cui l'aria può considerarsi immobile e priva di scambi termici per convezione. Inoltre, in presenza di schermi completamente chiusi, la resistenza termica del sistema finestra risulta incrementata dalla presenza della schermatura abbassata, che costituisce un ulteriore strato resistente e crea un'ulteriore intercapedine (ventilata). Tale resistenza dipende dal tipo di schermo utilizzato e dalla sua permeabilità all'aria.

L'isolamento termico dell'involucro trasparente è stato introdotto dai Decreti Legislativi 192/05 e 311/06, in cui vengono imposti dal 2010 valori più restrittivi di trasmittanza termica delle chiusure trasparenti (comprensive di infissi) e dei soli vetri, valori che dipendono dalla zona climatica in cui è situato l'edificio oggetto d'intervento. Tali limiti interessano interventi di nuova costruzione o di ristrutturazione (in cui vengano appunto sostituiti i serramenti o solo i vetri); nel caso di edifici sottoposti a vincoli architettonici (come spesso accade in ambito museale) questi limiti di legge non hanno valore cogente ma rappresentano come già accennato un utile

riferimento per eventuali interventi di efficientamento energetico.

In merito al controllo della radiazione solare volta a limitare il fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva o più in generale a limitare l'ingresso diretto della radiazione solare, il DPR 59/09 rende obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni nel caso di nuove costruzioni o ristrutturazioni che interessino gli elementi d'involucro trasparente. Fanno eccezione i casi in cui si dimostri la mancanza di convenienza economica dello schermo attraverso la redazione di una specifica relazione tecnica: in questi casi è possibile omettere il sistema schermante, prevedendo tuttavia superfici vetrate con un fattore solare g inferiore o uguale a 0,5. Il fattore di trasmissione solare totale g (TSET) ed i relativi fattori di riduzione (fattore di ombreggiamento, ecc.) costituiscono i parametri sintetici che caratterizzano il comportamento del componente trasparente rispetto alla radiazione solare. Il fattore solare rappresenta il rapporto tra l'energia totale trasmessa nel locale delimitato dalla vetrata in esame e l'energia solare incidente sul vetro: tanto più è ridotto il fattore solare tanto più contenuti sono i flussi solari entranti nell'ambiente interno. Dipendendo dai coefficienti di trasmissione e di assorbimento solare, il fattore solare varia a seconda del tipo di vetro utilizzato. In caso di elementi schermanti, è necessario considerare l'azione dello schermo calcolando il fattore di trasmissione solare globale ggs (anche indicato come ggl+sh) se lo schermo è parallelo all'elemento vetrato (tenda esterna, tenda interna, veneziana in vetrocamera, ecc.) oppure utilizzando il fattore di riduzione per ombreggiatura Fsh,ob, se lo schermo è costituito da un aggetto verticale o orizzontale.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei tre principali componenti del sistema vetro-serramento che possono rappresentare un utile riferimento nella pratica; sono tralasciate invece quelle riguardanti l'elemento schermante.

✓ *Vetro*

Analizzando il solo elemento vetrato, esso dovrebbe avere buone prestazioni di isolamento termico, di controllo solare e luminoso: spesso tali caratteristiche sono in contrasto tra loro. Considerando un vetro tradizionale o float, questo presenta un'alta conducibilità termica (pari a circa 6 W/mK), un fattore solare piuttosto elevato (compreso tra 0,77 e 0,84) e un coefficiente di trasmissione luminosa molto alto, garantendo quindi una buona illuminazione naturale all'interno degli ambienti. Utilizzando vetri basso emissivi e vetri selettivi a controllo solare è possibile limitare la quota radiativa delle dispersioni termiche nel primo caso, e controllare gli apporti solari nel secondo, pur mantenendo una trasmissione luminosa soddisfacente. Un ulteriore miglioramento delle prestazioni termiche dei componenti vetrati consiste nell'associare tipi di vetro diverso, racchiudendo tra due o più lastre un'intercapedine di aria immobile al fine di limitare gli scambi

termici per convezione. Sostituendo l'aria con un gas più pesante e meno conduttivo, come l'argon, è possibile diminuire ancora la trasmittanza termica dell'elemento vetrato.

✓ *Telaio*

Le tipologie di telaio più comuni attualmente in commercio sono realizzate in legno, in PVC, in alluminio a taglio termico e in materiali misti (legno-alluminio, legno-PVC, alluminio-PVC). Esse hanno prestazioni energetiche abbastanza simili. Le proprietà termoisolanti degli infissi in legno dipendono principalmente dal tipo di legno e dallo spessore dei profili; quelle dei telai in PVC dal numero di camere d'aria; quelle dei profili in alluminio a taglio termico dal grado di isolamento, dalla dimensione e dalla tecnologia applicativa del materiale interno. I telai misti con legno associano le caratteristiche di resistenza meccanica, di tenuta all'aria e all'acqua dell'alluminio e del PVC con la resa estetica del legno.

✓ *Distanziatore*

Il distanziatore, cioè l'elemento di separazione inserito tra le lastre di vetro, nel caso di vetrocamera, può essere in metallo, in alluminio o in materiale plastico. Quest'ultimo limita al massimo il ponte termico che si crea tra i diversi elementi che compongono l'elemento finestra. La presenza di sali disidratati all'interno del distanziatore serve ad evitare la formazione di condensa.

Riferimenti bibliografici e normativi

✓ Decreto del Presidente della Repubblica n. 59 del 2 aprile 2009, *Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma1, lettera a), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.*

✓ Decreto Legislativo n. 311/2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*

✓ UNI EN ISO 10077-1:2007, *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica: generalità.*

✓ UNI EN ISO 10077-2:2004, *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica: metodo numerico per i telai.*

✓ UNI EN 673:2002, *Vetro per l'edilizia. Determinazione della trasmittanza termica. Metodo di calcolo.*

Gli impianti per il controllo ambientale

Sommario

2.1. Gli impianti di climatizzazione
2.2. La centrale termica o frigorifera
2.3. L’Unità di Trattamento dell’Aria (UTA) e bocchette di distribuzione dell’aria in ambiente
2.4. I terminali impiantistici ad acqua per la climatizzazione
2.5. Impianti di climatizzazione e classi potenzialità di controllo climatico indoor
2.6. Impianti elettrici

2.1. Gli impianti di climatizzazione

In generale, un impianto è definito come un “allestimento di strutture, macchine, strumentazioni per la produzione di beni o di servizi”. Nello specifico degli impianti di climatizzazione per ambienti museali, la produzione di servizi consiste nel mantenimento del desiderato livello di qualità climatica indoor (in termini di temperatura, umidità relativa e qualità dell’aria) per garantire la conservazione delle opere e, in secondo luogo, il comfort delle persone (occupanti e visitatori).

Architettura degli impianti di climatizzazione

Negli impianti di climatizzazione si possono distinguere chiaramente tre elementi a cui sono delegate differenti funzioni, molto chiare anche negli ambienti museali:

✓ produzione/trasformazione dell’energia

✓ distribuzione dell’energia

✓ utilizzazione

La **produzione/trasformazione dell’energia** consiste nel processo attraverso il quale si converte, per mezzo di idonee apparecchiature l’energia reperibile in natura (es. dai

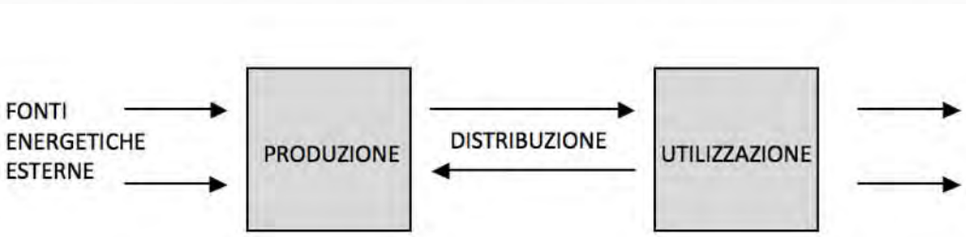
combustibili fossili, dal sole, etc.) in servizi fruibili quali l'energia termica, l'energia frigorifera ed elettrica erogate all'edificio. Questo processo avviene principalmente nelle centrali di produzione: la centrale termica e la centrale frigorifera.

La **distribuzione dell'energia** è la fase di trasporto dell'energia dalle centrali di produzione fino all'utenza. Si tratta delle reti di distribuzione del fluido termovettore (acqua calda e refrigerata) e dell'energia elettrica. Un aspetto importante relativo alle reti è che esse devono rispondere a criteri di affidabilità e sicurezza del servizio, tali da poter assicurare i servizi essenziali richiesti all'utenza anche in condizioni di emergenza.

I **terminali** sono invece il complesso di apparecchiature che consentono l'erogazione all'utenza del servizio, prodotto dalle centrali e veicolato dalle reti di distribuzione. Il riscaldamento, il raffrescamento e la ventilazione degli ambienti rappresentano esempi di modalità di fruizione ed impiego dell'energia prodotta.

Tipologie di impianti di climatizzazione

Come si è anticipato, un impianto di climatizzazione ha la funzione di mantenere artificialmente le condizioni termoigrometriche e di qualità dell'aria desiderate all'interno degli ambienti. In particolare, a seconda delle tipologia impiantistica, può essere controllata una o più delle seguenti grandezze :



Elementi di un impianto di climatizzazione

✓ temperatura dell'ambiente (temperatura dell'aria e/o delle pareti)

✓ umidità relativa dell'aria

✓ concentrazioni di inquinanti nell'aria.

È evidente che in funzione della capacità di controllo delle diverse grandezze, gli impianti di climatizzazione presentano complessità diverse. Da un lato gli *impianti di riscaldamento* consentono il solo controllo della temperatura, limitatamente ad una sola parte dell'anno (periodo invernale di riscaldamento); dall'altro gli *impianti di condizionamento* dell'aria possono svolgere il controllo della temperatura, dell'umidità relativa e della qualità dell'aria lungo tutto l'anno.

Quindi in funzione della dotazione impiantistica, all'interno dell'ambiente museale è possibile ottenere o meno il puntuale controllo dei parametri che caratterizzano la qualità climatica indoor. A tal fine, è utile assumere la classificazione degli impianti espressa in funzione del *fluido termovettore* impiegato (sola acqua, sola aria, sia acqua che aria):

✓ Impianti ad acqua

✓ Impianti a tutt'aria

✓ Impianti misti ad acqua e aria.

Gli impianti ad acqua

Permettono soltanto il controllo della temperatura ambiente. L'umidità relativa e la qualità dell'aria non sono meccanicamente controllate. È evidente che questa tipologia di impianto mostra una modesta capacità di controllo climatico indoor per gli ambienti museali, dove è essenziale anche il controllo della umidità relativa e della qualità dell'aria per la conservazione delle opere: seppur con questi grandi limiti questa tipologia è assai diffusa. L'impianto può essere configurato per il controllo della temperatura nel solo periodo di riscaldamento (es. impianto ad acqua con radiatori, in tal caso è presente solo la centrale di produzione termica) oppure anche nel periodo di raffrescamento (es. impianto ad acqua ventilconvettori, in tal caso è presente la centrale di produzione sia termica che frigorifera): un approfondimento sugli elementi terminali impiantistici ad acqua è proposto nel paragrafo 2.4.

La qualità dell'aria, non meccanicamente controllata, è tipicamente gestita attraverso una mirata apertura delle finestre. Da un lato ciò innesca fenomeni di ventilazione naturale che permettono di solito un miglioramento della qualità dell'aria attraverso la diluizione dei contaminanti indoor nell'aria esterna. Dall'altro l'introduzione in ambiente dell'aria esterna stessa può produrre, quando non attentamente gestita, repentine variazioni di temperatura e umidità relativa, assai critiche per la conservazione delle opere d'arte.

Relativamente all'umidità relativa, non essendo esso controllata, spesso si assiste negli ambienti museali con particolari esigenze conservative all'installazione di apparecchi locali di umidificazione (invernale) e deumidificazione (tipicamente estiva) per il controllo dell'umidità relativa in

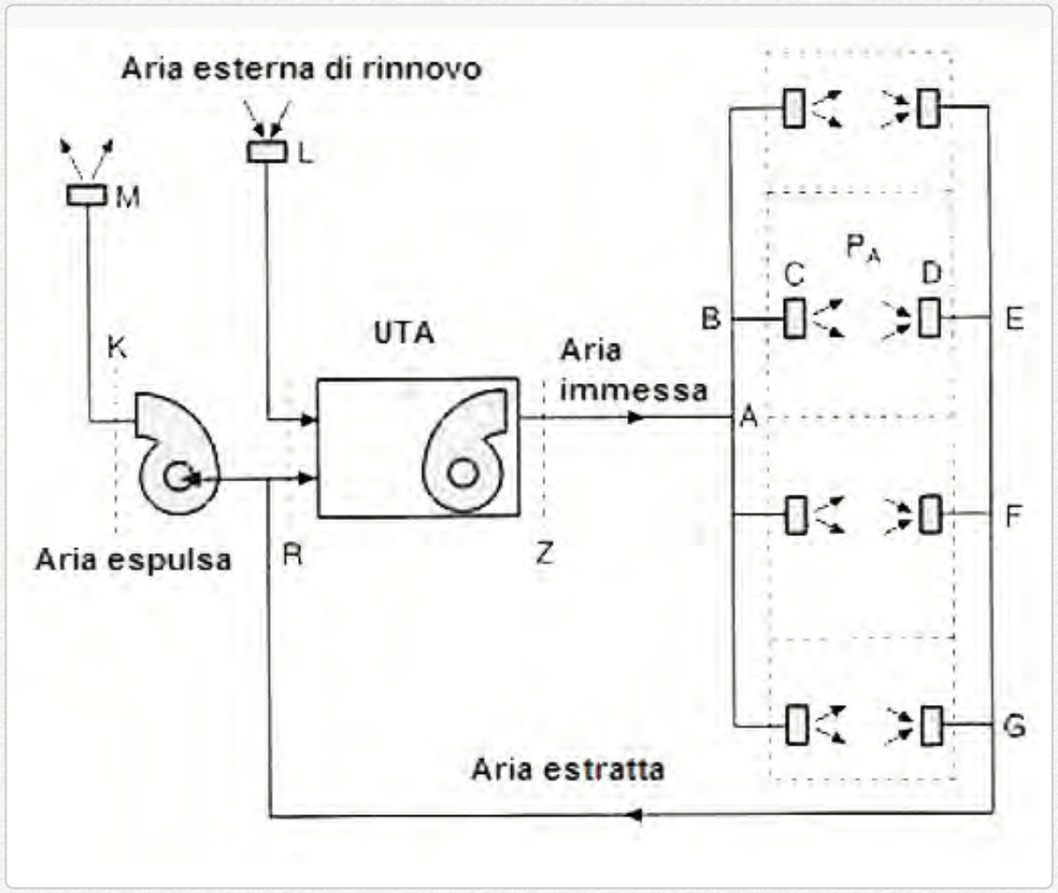
ambienti. Pur essendo questa una soluzione di ripiego, spesso è l'unica attuabile non essendo possibile l'installazione di un impianto ad aria per il controllo della umidità relativa.

È infatti fondamentale rimarcare che l'utilizzo dell'aria quale fluido vettore è SEMPRE necessario quando si esige il controllo puntuale dell'umidità relativa e della qualità dell'aria: l'aria può essere il solo fluido utilizzato (impianti ad aria), oppure può essere lavorare in accoppiamento con l'acqua (impianti misti acqua/aria).

Gli impianti tutt'aria

Essi soddisfano tutti i requisiti di controllo della qualità ambientale indoor attraverso l'immissione di aria (tutta esterna o parzialmente esterna e parzialmente ricircolata) sottoposta ad opportune trasformazioni che avvengono in una dedicata apparecchiatura (l'Unità di Trattamento dell'Aria, UTA viene trattata nel paragrafo 2.3).

Negli impianti a tutt'aria *a portata costante* (completamente centralizzati), il trattamento dell'aria (in temperatura, umidità e qualità) avviene in una unica macchina (UTA) ed è quindi uguale per tutti gli ambienti. Ne consegue che questo tipo di impianto è idoneo in presenza di pochi ambienti di grandi dimensioni con caratteristiche e requisiti microclimatici omogenei.



Esempio di impianto a tutt'aria

Una evoluzione di questa configurazione è quella in cui l'ultima operazione di trattamento dell'aria (il cosiddetto *post-riscaldamento*) è effettuata ambiente per ambiente.

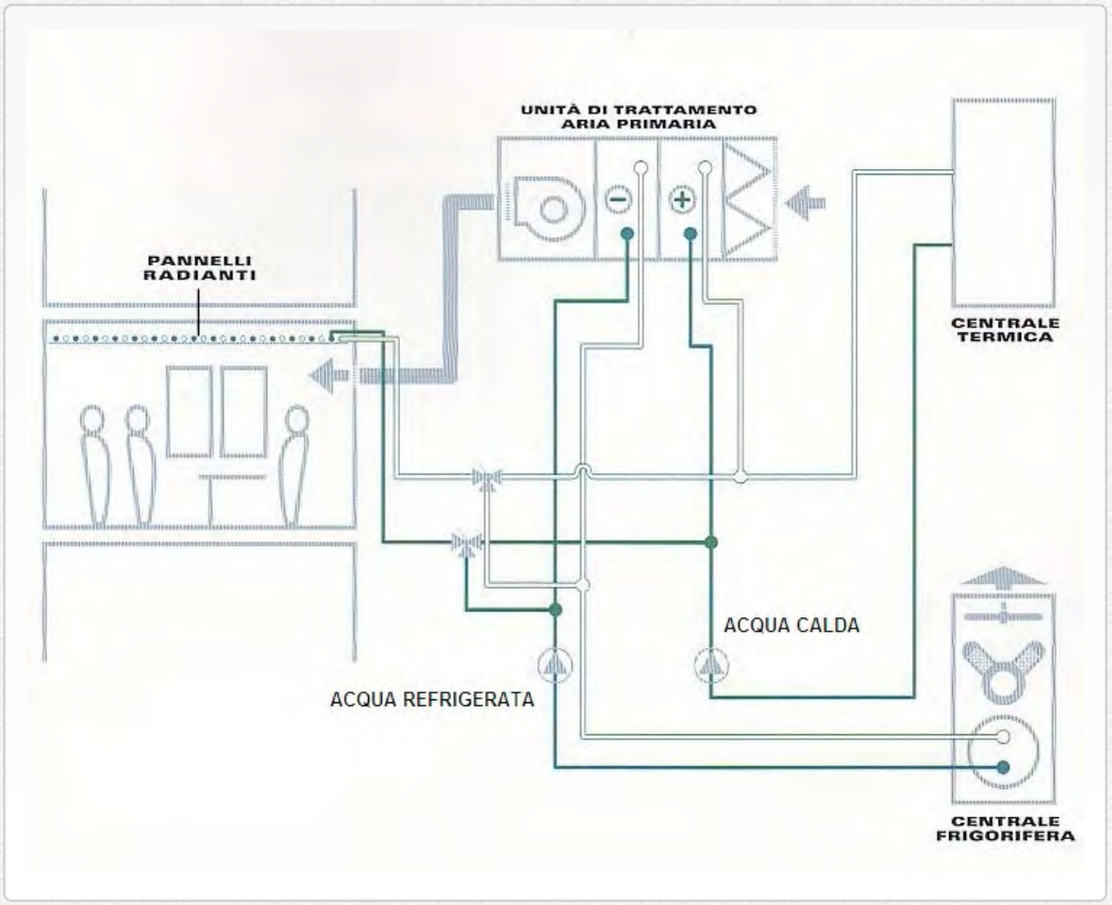
Gli impianti maggiormente evoluti, anche in termini di potenzialità di risparmio energetico, sono quelli a tutt'aria a *portata variabile*: essi sono particolarmente indicati negli ambienti museali dove anche le richieste di qualità dell'aria possono essere estremamente variabili in funzione dei livelli di

affollamento degli ambienti espositivi. L'adeguamento delle prestazioni è ottenuto aumentando o diminuendo la portata d'aria immessa in ciascun ambiente e, eventualmente, anche variandone la temperatura.

Gli impianti misti

Negli impianti misti ad acqua e a aria, l'aria immessa è deputata prevalentemente al controllo della qualità dell'aria e dell'umidità relativa (la portata immessa prende il nome di aria primaria), mentre il controllo della temperatura è affidato principalmente all'azione di un terminale ad acqua (calda e/o refrigerata). In funzione delle tipologie di terminale ad acqua utilizzato si hanno le tipologie di impianti misti: ventilconvettori, a induttori (tra cui a travi fredde), a pannelli radianti (si veda il paragrafo 2.4).

Da quanto illustrato, impianti di condizionamento dell'aria e impianti misti sono in grado di ottenere lo stesso livello di controllo della qualità climatica indoor. Occorrono però alcune puntualizzazioni. Gli ingombri dei canali aria sono molto più invasivi di quelli delle tubazioni dell'acqua: gli impianti a tutt'aria sono quindi assai più ingombrati e questo aspetto è basilare soprattutto negli edifici museali esistenti, ancor più se di tipo storico. Inoltre, il trattamento e la movimentazione dell'aria richiede spese energetiche (e quindi costi) maggiori dell'acqua. Gli impianti ad tutt'aria sono però in assoluto quelli più reattivi



Esempio di impianto misto con pannelli a soffitto per il riscaldamento e il raffrescamento e aria primaria

nel ripristinare le condizioni microclimatiche stabilite a seguito di loro possibili variazioni.

2.2. La centrale termica e frigorifera

Come descritto nel paragrafo 2.1, il primo elemento degli impianti di climatizzazione è costituito dalle centrali in cui avviene la produzione/trasformazione dell'energia. Ci occuperemo in particolare della produzione di energia termica e frigorifera. Una volta generata, l'energia è veicolata attraverso le reti di distribuzione fino ai terminali impiantistici presenti in ambiente.

Nel caso della tipologia impiantistica più semplice, cioè l'impianto ad acqua per il solo riscaldamento, è presente la soltanto la centrale termica. Negli altri casi, si aggiunge anche la presenza della centrale frigorifera.

La centrale termica

La centrale termica è il locale in cui sono installati i generatori di calore, i sistemi di pompaggio, i dispositivi di controllo, di regolazione e di sicurezza.

Nella centrale termica avviene il processo di trasformazione dell'energia per rendere disponibile il calore agli ambienti fruitori, calore che viene trasportato per mezzo dei fluidi termo vettori (tipicamente l'acqua).

Tra le caratteristiche che è necessario conoscere, sono indispensabili almeno:

✓ ubicazione, superficie e volume del locale centrale termica

✓ anno di installazione

✓ la potenza termica (nominale) complessiva dei generatori di calore

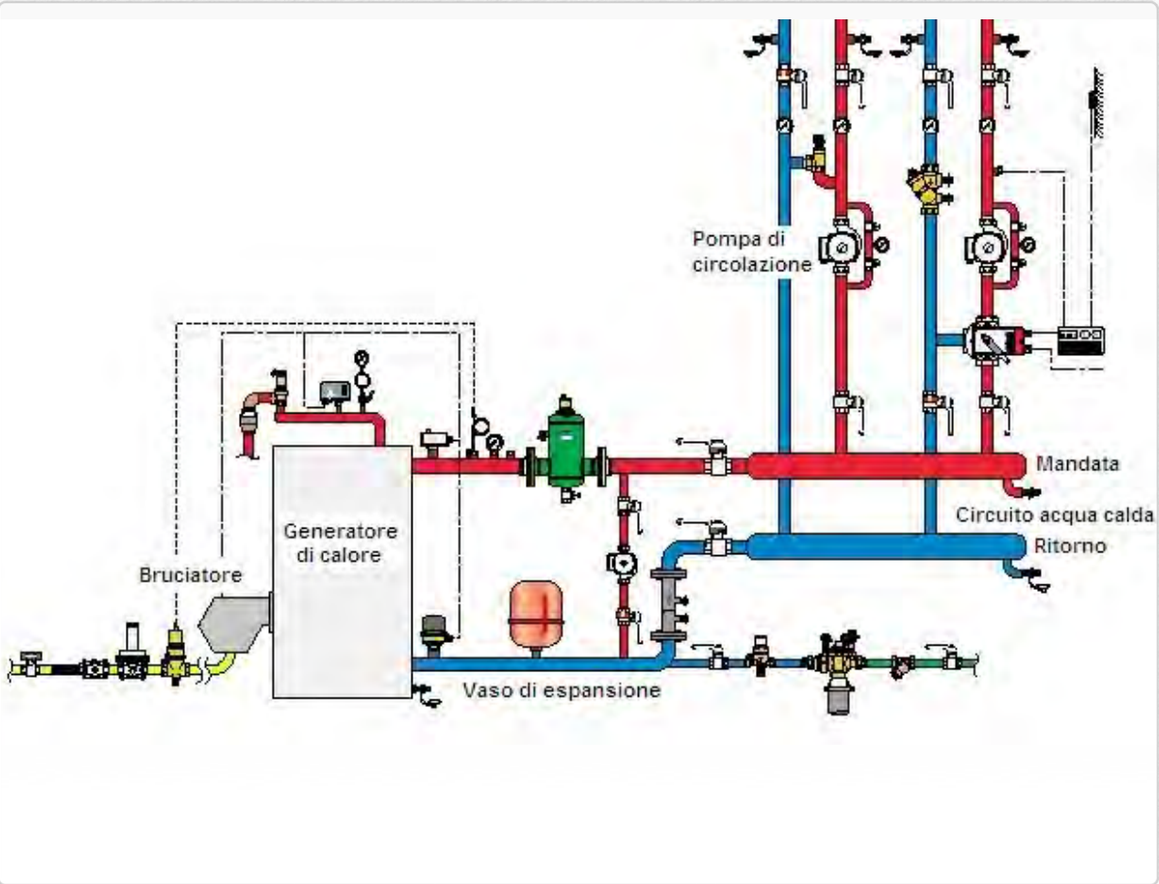
✓ il numero e frazionamento della potenza termica nei diversi generatori

✓ tipologia di combustibile impiegato (gas, gasolio, etc.)

✓ volumetria complessiva degli ambienti serviti e riscaldati dall'impianto di riscaldamento.

Negli edifici museali, come ormai nella stragrande maggioranza degli edifici, i generatori di calore impiegati sono del tipo "generatori di acqua calda". Il fluido termovettore è acqua allo stato liquido, ad una temperatura minore di 100° C. Stimolato dalle recenti disposizioni in materia di risparmio energetico, il mercato marcato propone sia generatori di calore (caldaie) ad alta efficienza che "ad alta efficienza a condensazione": è importante un chiarimento su quest'ultimo tipo che premetterà inoltre di introdurre alcune utili definizioni.

Quelli a condensazione sono generatori di calore dove lo scambio termico e la temperatura media dell'acqua calda



Elementi di una centrale termica

(fluido termovettore) producono un abbassamento della temperatura dei fumi di combustione al di sotto della temperatura di rugiada del vapor d'acqua contenuto nei fumi stessi: si ha quindi la condensazione del vapore contenuto nei fumi, con conseguente possibilità di recupero anche del calore messo in gioco nel processo di condensazione. Come è ampiamente pubblicizzato, questo tipo di generatori di calore si caratterizza da rendimenti superiori al 100%. Cerchiamo di capire perché.

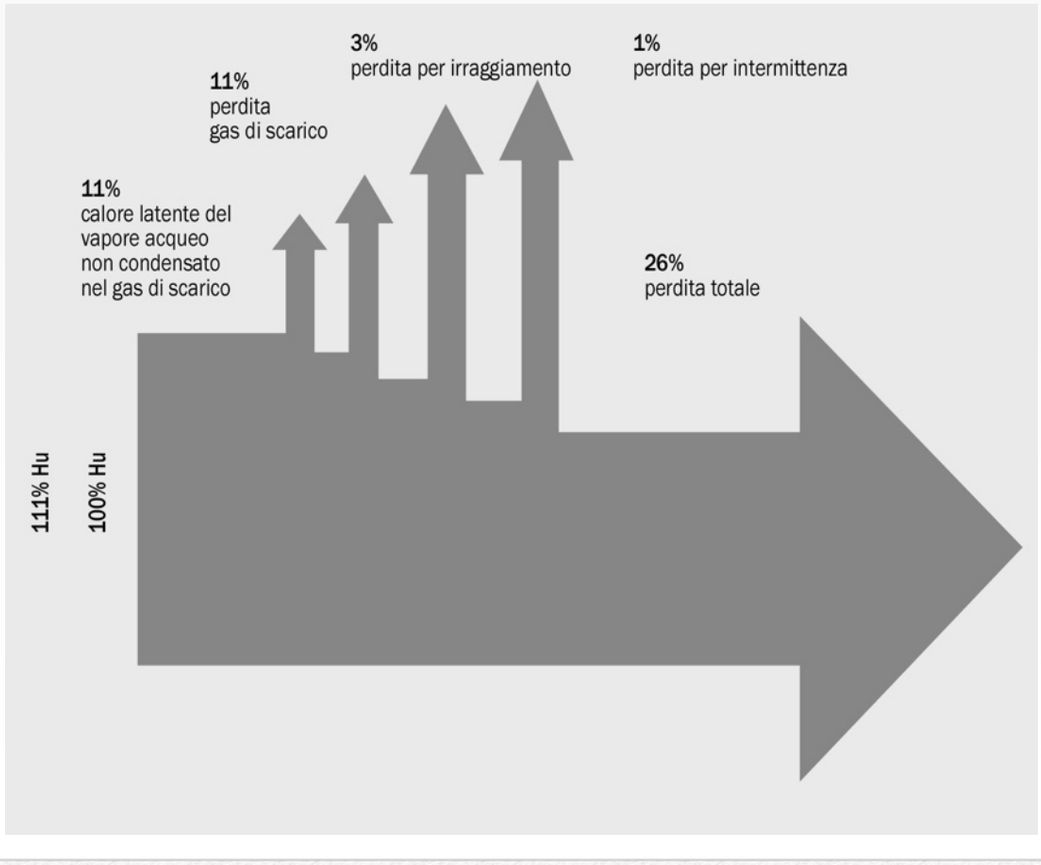
Prima di tutto, introduciamo il concetto di *rendimento* di un generatore di calore: esso è il rapporto tra la quantità di calore ceduto al fluido termovettore (l'acqua calda) ed la quantità calore sviluppata dal combustibile nel processo di combustione (riferita al potere calorifico inferiore).

Quest'ultima quantità, cioè quella sviluppata nella combustione dell'unità di combustibile (m^3, litro, kg, etc.) si definisce potere calorifico, in particolare:

✓ potere calorifico inferiore, non considera il recupero di calore dalla condensazione del vapore acqueo nei fumi.

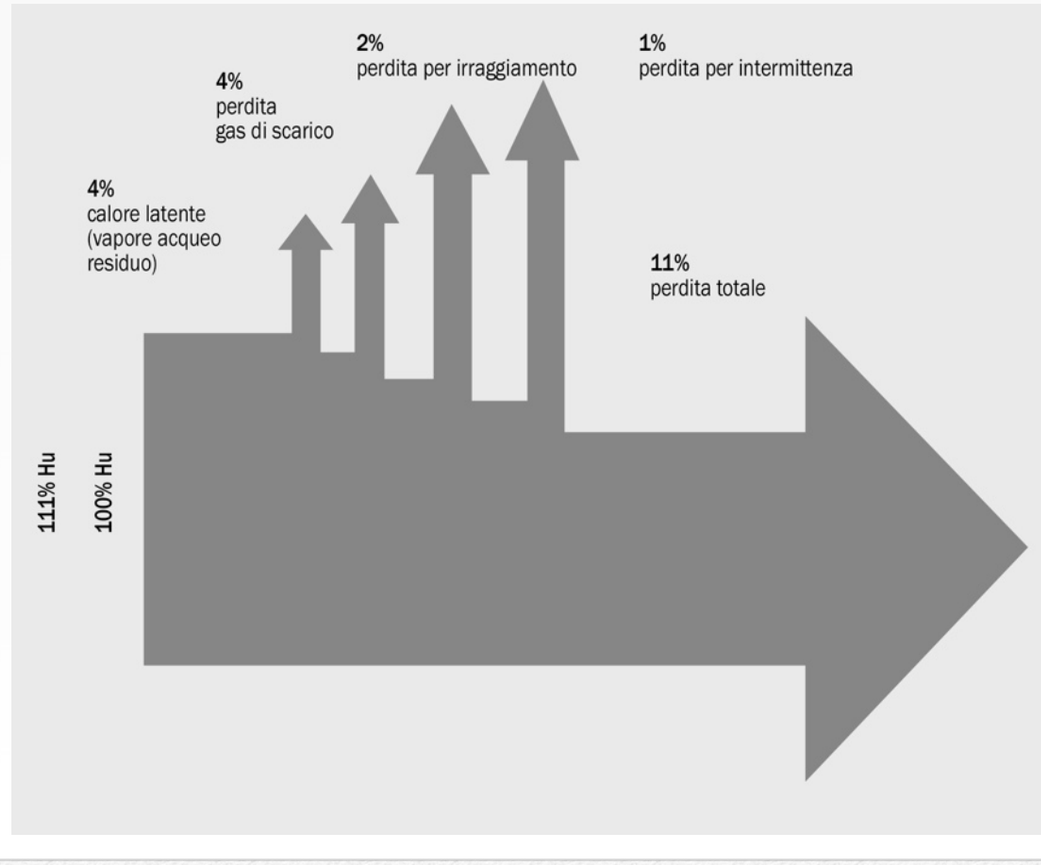
✓ potere calorifico superiore, considera il recupero di calore dalla condensazione del vapore acqueo nei fumi.

Quindi, visto che la definizione di rendimento fa riferimento al potere calorifico inferiore, ma caratteristica propria di un generatore di calore a condensazione è proprio quella di recuperare il calore dalla condensazione dei fumi, accade che la quantità di calore ceduta al fluido termovettore sia superiore a quella sviluppata dai fumi (escludendo la quota potenzialmente associata al processo di condensazione del vapore d'acqua). Naturalmente, il rendimento risulterebbe invece essere sempre inferiore a 1 (o al 100%) se la sua definizione si riferisse al potere calorifico superiore.



Bilancio energetico di una caldaia senza condensazione

Infine, è importante sottolineare come un generatore di calore a condensazione sia da adottare quando si impieghino terminali impiantistici a bassa temperatura (es. pavimenti radianti), in grado effettivamente di utilizzare il calore recuperato e messo a disposizione a bassa temperatura attraverso il processo di condensazione dei fumi.



Bilancio energetico di una caldaia a condensazione

Al posto del generatore di calore, l'acqua calda può essere anche prodotta attraverso l'impiego di pompe di calore, illustrate nel dettaglio nel paragrafo 3.4.

La centrale frigorifera

Nella centrale frigorifera si produce acqua refrigerata che può essere utilizzata completamente per raffreddare e deumidificare l'aria da immettere in ambiente trattata dall'impianto di condizionamento (impianti a tutt'aria) o può essere anche impiegata come fluido termovettore direttamente in un terminale ambiente (es. ventilconvettore) negli impianti di tipo misti "acqua e aria".

Nella centrale frigorifera sono collocati i gruppi frigoriferi, tipicamente del tipo a compressione di vapore. Molto meno frequente è l'uso di gruppi frigoriferi ad assorbimento.

La centrale frigorifera può trovare ubicazione:

✓ in fabbricato separato dall'edificio utente;

✓ nell'edificio sopra la copertura;

✓ nell'edificio in locale dedicato.

I componenti principali sono:

✓ gruppi refrigeratori dell'acqua (cioè del fluido termovettore);

✓ sistemi di pompaggio;

✓ sistema di raffreddamento del condensatore (principalmente ad aria o ad acqua con torre evaporativa).

Una classificazione dei gruppi frigoriferi si basa proprio sulla modalità di raffreddamento del condensatore: si parla quindi di gruppi con raffreddamento del condensatore ad acqua o aria. Per meglio chiarire questa differenziazione si illustrata di seguito sinteticamente il funzionamento e i componenti principali di un gruppo frigorifero.

I gruppi frigoriferi sono macchine nelle quali un opportuno fluido (il fluido "refrigerante") compie una serie di trasformazioni termodinamiche con effetto utile la generazione del freddo.

Le parti essenziali delle macchine frigorifere sono, come indicato nella figura seguente:

✓ compressori (elettrocompressori alternativi, a vite, centrifughi, etc.), K in figura

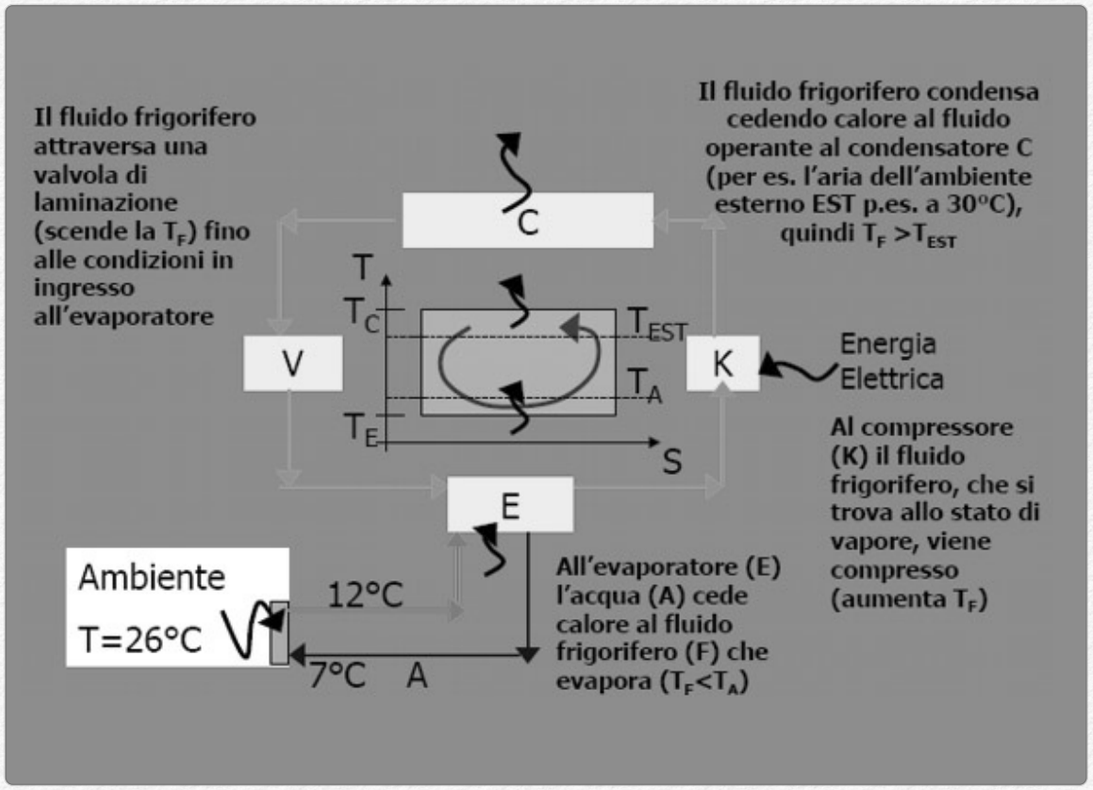
✓ condensatori (raffreddati ad acqua e aria), C in figura

✓ evaporatori, V in figura

✓ dispositivi di laminazione, E in figura

Il serbatoio termico naturale al quale il condensatore C cede calore è costituito da fluidi reperibili direttamente nell'ambiente esterno (aria dell'ambiente naturale esterno; acqua da sorgenti naturali oppure impiegata in torri evaporative).

Tra le caratteristiche che è necessario conoscere, sono indispensabili almeno:



La macchina frigorifera. E = evaporatore; K = compressore; C = condensatore; V = valvola di laminazione (il significato delle temperature è spiegato nella figura)

✓ ubicazione, superficie e volume del locale centrale frigorifera

✓ anno di installazione

✓ la potenza frigorifera complessiva

✓ il COP (Coefficient of Performance, Coefficiente di Prestazione) della macchina frigorifera

✓ volumetria complessiva degli ambienti serviti e raffrescati.

Il COP è il parametro che esprime l'efficienza della macchina frigorifera ed è pari al rapporto tra l'effetto utile (cioè la quantità di calore rimossa dall'ambiente) e la spesa sostenuta (l'energia elettrica spesa al compressore). Tanto più alto è il valore di COP, tanto più è efficiente la macchina frigorifera (nel 2011 si evidenzia che tipicamente assumono valori superiori a 3).

2.3. L’Unità di Trattamento dell’Aria (UTA) e bocchette di distribuzione dell’aria in ambiente

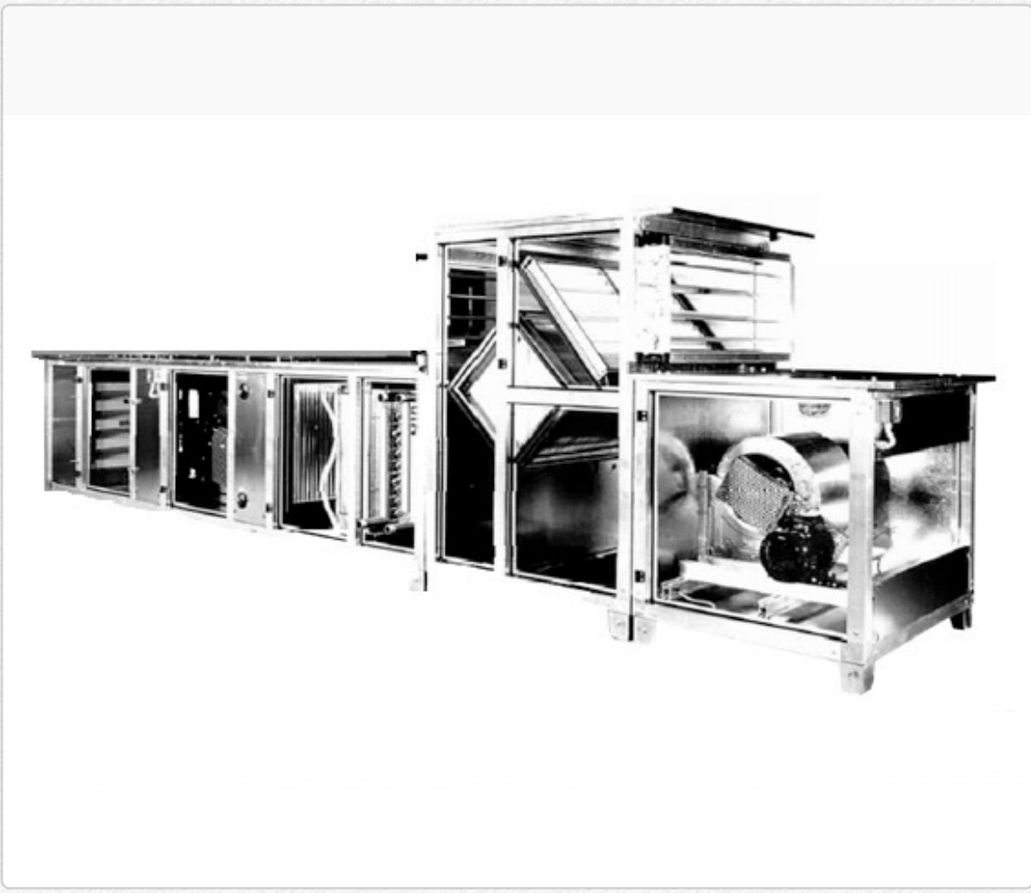
Parti costitutive di un’unità di trattamento aria

Le UTA, costituite da componenti assemblati in sezioni, sono apparecchiature ingombranti: la loro dimensione cresce al crescere dell’entità di aria trattata. Ciascuna sezione assolve ad uno specifico compito di trattamento dell’aria come mostrato nella figura seguente.

Negli ambienti museali in particolare, è fondamentale il controllo dell’umidità relativa e, conseguentemente, la capacità della UTA di umidificare e deumidificare. La necessità di umidificare o deumidificare deriva, principalmente, da due fattori:

✓ il diverso contenuto del vapor d’acqua dell’aria esterna rispetto ai valori richiesti in ambiente (in inverno l’aria ambiente è troppo secca, in estate è troppo umida);

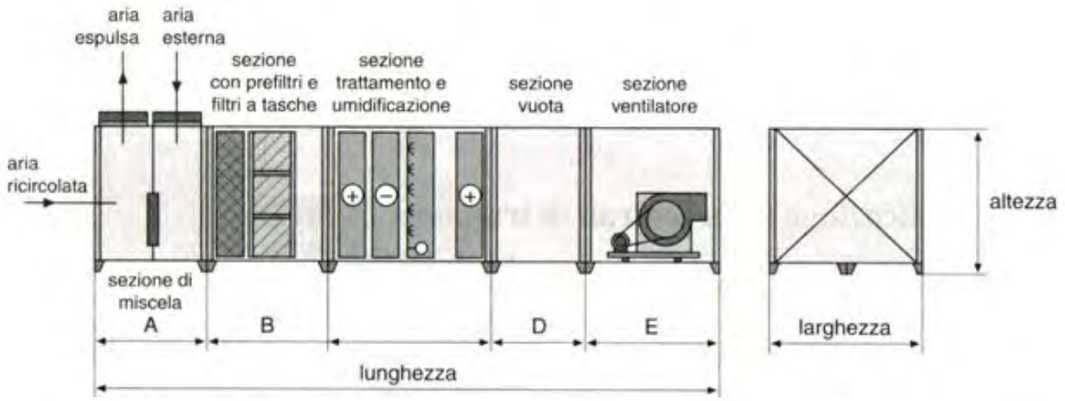
✓ il vapor d’acqua emesso dalle persone e, in qualche caso, da altre fonti (es. superficie di acqua di una piscina coperta).



Sezione costituenti un’unità di trattamento aria

Tra le tecnologie per l’umidificazione, negli ambienti museali è senza dubbio da preferire quella a vapore, che consente maggior precisione nel controllo seppur più costosa.

Dopo essere stata trattata, sia in temperatura che in umidità, l’aria viene immessa negli ambienti attraverso bocchette e diffusori dell’aria. Questi sono veri e propri elementi tecnologici, conseguentemente è fondamentale scegliere prodotti sul



Portata aria	Dimensioni							
	Altezza	Larghezza	Lunghezza	Sez. A	Sez. B	Sez. C	Sez. D	Sez. E
m^3/h	m	m	m	m	m	m	m	m
1800	0,75	0,95	4,55	0,55	1,00	1,70	0,50	0,80
3000	0,80	1,20	4,65	0,55	1,00	1,70	0,50	0,90
4000	0,95	1,25	4,90	0,70	1,00	1,70	0,50	1,00
5300	1,00	1,35	4,90	0,70	1,00	1,70	0,50	1,00
6100	1,00	1,55	5,20	0,70	1,00	1,70	0,70	1,10
7200	1,10	1,55	5,20	0,70	1,00	1,70	0,70	1,10
8100	1,10	1,65	5,30	0,70	1,00	1,70	0,70	1,20
10 000	1,20	1,85	5,45	0,85	1,00	1,70	0,70	1,20
12 500	1,30	1,95	5,85	0,85	1,00	1,90	0,70	1,40
14 000	1,40	1,95	5,85	0,85	1,00	1,90	0,70	1,40
16 000	1,40	2,15	6,25	0,85	1,00	1,90	1,00	1,50
18 000	1,55	2,15	6,25	0,85	1,00	1,90	1,00	1,50
21 000	1,55	2,45	6,25	0,85	1,00	1,90	1,00	1,50
24 000	1,70	2,45	6,60	1,10	1,00	1,90	1,00	1,60
27 000	1,70	2,70	6,60	1,10	1,00	1,90	1,00	1,60
34 000	1,85	3,00	7,05	1,10	1,15	1,90	1,20	1,70
42 000	2,15	3,40	7,75	1,40	1,25	2,00	1,20	1,90
48 000	2,45	3,40	7,75	1,40	1,25	2,00	1,20	1,90
64 000	2,60	3,90	8,05	1,40	1,25	2,00	1,20	2,20

Esempio di riferimento per le dimensioni tipiche delle unità di trattamento dell'aria in funzione della portata movimentata

mercato testati ed affidabili, evitando prodotti artigianali ai quali non è associata alcuna verifica fluidodinamica.

I terminali dell'aria

Le bocchette e i diffusori rappresentano impiantisticamente i terminali dell'aria: essi sono infatti l'insieme delle apparecchiature che consentono la fruizione da parte dell'utenza del servizio prodotto dalle UTA, a loro volta servite dalle centrali termiche e frigorifere, e veicolato dalle reti di distribuzione aerauliche (canalizzazioni dell'aria).

La strategia di diffusione dell'aria di gran lunga prevalente negli ambienti museali è a quella a miscelazione (ventilazione a miscelazione), sebbene in alcuni casi venga usata anche ventilazione a dislocamento. Con la ventilazione a miscelazione vengono uniformati in ambiente tutti i parametri climatici indoor: stessa temperatura, umidità relativa e concetrazione di contaminanti in tutti i punti dell'ambiente.

Tra i diffusori d'aria più impiegati in ambiente museale, scelti anche in funzione delle caratteristiche dell'ambiente espositivo sono:

✓ Diffusori circolari e quadrati a soffitto

✓ Diffusori lineari a soffitto/parete

✓ Bocchette a parete

✓ Ugelli a parete

✓ Diffusori con flusso elicoidale

2.4. I terminali impiantistici ad acqua per la climatizzazione

I terminali ad acqua sono quel complesso di apparecchiature che consentono la fruizione da parte dell'utenza del servizio prodotto dalle centrali termiche e frigorifere e veicolato dalle reti di distribuzione. In particolare, l'energia termica e frigorifera viene portata in ambiente dall'acqua calda e refrigerata (fluido termovettore): attraverso i terminali impiantistici l'energia stessa viene scambiata con l'ambiente.

Inoltre, essi si suddividono in primo luogo tra quelli per il solo riscaldamento e quelli per il riscaldamento e raffrescamento ambientale.

Inoltre, i terminali impiantistici possono essere classificati al meccanismo di scambio termico con l'ambiente che prevalentemente mettono in atto: prevalentemente per convezione termiche o prevalentemente per radiazione termiche (i cosiddetti sistemi radianti).

Negli ambienti museali, i terminali impiantistici più comunemente adottati sono:

✓ radiatori, per il solo riscaldamento

✓ ventilconvettori, per il riscaldamento e raffrescamento

✓ pavimenti radianti, per il riscaldamento e raffrescamento

Poiché l'alimentazione e a distribuzione dell'acqua sui terminali avviene nella parte bassa dell'ambiente, quelli sopra sono i terminali preferiti ad acqua: eventuali danni del terminale con fuoriuscita d'acqua provoca nulle o assai limitate criticità sulle opere d'arte. Si ricorda che l'azione di questi terminali impiantistici consente il controllo della sola temperatura.

Sia ventilconvettori che pavimenti radianti sono terminali ad acqua utilizzati anche in impianti di tipo misto acqua-aria, la cui azione combinata consente il controllo di temperatura, umidità relativa e qualità dell'aria.

I radiatori

Sebbene il loro utilizzo sia limitato al solo riscaldamento, i radiatori (comunemente anche chiamati termosifoni) sono ancora assi diffusi in numerosi ambienti museali e espositivi.

La temperatura di mandata dell'acqua calda ai radiatori è di circa 70-80°C, quindi sono terminali impiantistici che operano ad alta temperatura. Per effetto della alta temperatura raggiunta e per la limitata ampiezza della superficie di scambio termico, essi diffondono calore per convezione (prevalentemente, circa il 60 %) e per radiazione (40 %).

Tipici radiatori in ghisa

Devono perciò:

✓ fruire di un’attiva circolazione dell’aria attorno ad essi;.

✓ essere mantenuti liberi di irradiare calore nell’ambiente.

Non devono quindi essere né coperti né schermati

In figura, sono presentati dei tipici radiatori tradizionali in ghisa (caratterizzati da una apprezzabile inerzia di attivazione) e in alluminio (che si portano invece molto velocemente in temperatura).

Al fine di consentirne una semplice regolazione, evitando sprechi energetici quando l’ambiente raggiunge la temperatura desiderata, oggi i radiatori sono usualmente attrezzati con valvola termostatica: essa è un semplice regolatore proporzionale di temperatura composto da una valvola, che controlla il passaggio dell’acqua al radiatore, e di una testina termostatica regolabile manualmente.

I ventilconvettori

I ventilconvettori (anche spesso chiamati con il nome inglese fan-coil), trovano una estesa applicazione per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici e anche specificamente degli ambienti museali, grazie alla facilità di installazione ed adattabilità anche in edifici storici. Inoltre sono impianti semplici da progettare e dimensionalmente poco invasivi.

Essi sono la moderna versione dei convettori: alla batteria di scambio termico nella quale circola il fluido termovettore (ben visibile nella parte alta di della figura), si aggiunge un elettroventilatore che attiva la circolazione forzata dell’aria, aumentando conseguentemente lo scambio termico convettivo e della resa termica della batteria.

Le parti di un ventilconvettore (si noti in particolare la batteria di scambio termico in alto e l'elettroventilatore in basso)

Nella parte inferiore, sono inoltre dotati di filtro per le polveri contenute nell'aria e di vaschetta raccolta condensa (in regime di raffrescamento il vapore acqueo a contatto con la batteria fredda infatti condensa). Sono terminali impiantistici di tipo convettivo.

Nel periodo di riscaldamento sono alimentati con acqua calda tipicamente tra 55 e 65°C, mentre nel periodo di raffrescamento la tipica temperatura di alimentazione è con acqua refrigerata a 7°C. La presenza del ventilatore che produce una significativa movimentazione dall'aria, determina anche una apprezzabile movimentazione di polveri: occorre quindi una attenta pulizia dei pavimenti e una costante pulizia e sostituzione dei filtri.

I pavimenti radianti

I pavimenti radianti sono impianti di climatizzazione ad acqua caratterizzati da *ampie superfici di scambio termico operanti a temperatura moderata* (ovvero con ridotta differenza di temperatura tra superficie climatizzante e ambiente). La temperatura superficiale non può superare i 30°C in regime invernale e scendere sotto i 19°C in regime estivo. Il meccanismo di scambio termico con l'ambiente è prevalentemente radiativo (quota tipicamente superiore al 55%), in minor misura convettivo.

La rese termica del sistema in regime di riscaldamento è assai elevata, fino a 100 W/m^2. La resa termica in regime di raffrescamento, per effetto del limitato contributo convettivo, è invece modesta, intorno a 40-45 W/m^2. In funzionamento estivo, è quindi essenziale il contributo dell'aria dell'impianto misto per incrementare la potenzialità di raffrescamento. Il fatto di operare a temperatura moderata, consente naturalmente la loro alimentazione con acqua a temperatura moderata. Conseguentemente sono sistemi ideali da accoppiare con generatori di calore (caldaie) a condensazione, ottenendo elevati

Posa della serpentina di un pavimento radiante

valori di rendimento. Analogamente è ottimo anche l'accoppiamento con pompe di calore reversibili (riscaldamento e raffrescamento), ottenendo alti valori di COP. I pavimenti radianti presentano una apprezzabile inerzia di attivazione: conseguentemente è bene farli funzionare in continuo in regime il più possibile costante e delegare all'aria dell'impianto misto l'aggiustamento istantaneo e puntuale dei parametri climatici indoor.

2.5. Impianti di climatizzazione e classi potenzialità di controllo climatico indoor

Come ben noto, il problema cruciale da fronteggiare negli ambienti museali in relazione alla qualità climatica indoor è quello di riuscire a mantenere stabili nel tempo e uniformi nello spazio i parametri termoigrometrici. È quindi essenziale disporre di un sistema edificio+impianto di climatizzazione che possieda le potenzialità di controllo climatico indoor necessarie al raggiungimento dei desiderati livelli di qualità microclimatica.

In quest'ottica è particolarmente interessante l'approccio proposto dall'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning (ASHRAE) che definisce per gli ambienti museali e per le collezioni in essi custodite delle classi di controllo per il sistema edificio-impianto. Si evidenzia che ASHRAE si propone quindi attraverso un approccio metodologico differente da quello proposto dalle norme italiane UNI che si focalizzano invece sul monitoraggio e sulla verifica dell'ottenimento di specifiche condizioni ambientali con riferimento ad uno specifico singolo oggetto. ASHARE stabilisce al contrario i requisiti di controllo termoigrometrico per gli ambienti che espongono/custodiscono opere, suddivisi in Classi di Controllo richieste per la conservazione degli oggetti (Tabella I).

Destinazione d'uso dell'edificio	Valori di set-point o valori medi su base annua	Massime fluttuazioni e gradienti per le grandezze termoigrometriche			Rischi per la conservazione
		Classe di controllo	Gradienti	Possibile margine di variazione stagionale rispetto al set-point	
Musei, gallerie d'arte, biblioteche ed archivi	UR pari a 50% (o valore medio annuo da dati storici per collezioni permanenti) T tra 15°C e 25°C	AA Controllo "di precisione". Nessuna variazione stagionale permessa	UR= ± 5% T= ± 2°C	UR nessuna variazione T= ± 5°C	Nessun rischio di danno meccanico per la maggior parte dei manufatti e dei dipinti. Alcuni metalli e minerali possono degradarsi se il valore di UR posto al 50% supera il valore limite di umidità critico per la loro conservazione
		A Controllo "di precisione". Permessi contenuti gradienti e variazioni stagionali	UR= ± 5% T= ± 2°C	UR= ± 10% T= ± 5°C	Lieve rischio di danno meccanico per manufatti ad alta vulnerabilità; nessun rischio per la maggior parte dei manufatti, dipinti, libri, ecc.
			UR= ± 10% T= ± 2°C	UR nessuna variazione T= ± 5°C	
		B Controllo "di precisione". Permessi gradienti e definizione di massimo valore di temperatura	UR= ± 10% T= ± 5°C	UR= ± 10% T= + 10°C (ma T<30°C); T in discesa di quanto necessario a mantenere il controllo della UR	Rischio moderato di danno meccanico per manufatti ad alta vulnerabilità; rischio lieve per la maggior parte dei dipinti, fotografie; nessun rischio per la maggior parte dei manufatti e libri
		C Prevenzione di rischi estremi di conservazione.	UR=25-75% durante un anno Temperatura prevalentemente inferiore a 25°C, raramente superiore a 30°C		Rischio elevato di danno meccanico per manufatti ad alta vulnerabilità; rischio moderato per la maggior parte dei dipinti, fotografie; rischio lieve per la maggior parte dei manufatti e libri
		D Prevenzione di rischi di rotture	UR<75%		Rischio elevato di danno immediato o cumulativo meccanico per la maggior parte dei manufatti e dipinti per bassa umidità

Tabella I: Classi di controllo termo igrometrico per la conservazione secondo ASHRAE (2007)

Individuati i valori dei parametri termoigrometrici compatibili con la conservazione di una collezione, si individua la idonea classe di controllo del sistema edificio-impanto (da quella di potenzialità più elevata AA fino a quella più modesta D) che identifica le fluttuazioni ammesse a breve termine (o gradienti) e quelle stagionali rispetto al valore di set-point, stabilito mediamente pari 50% per l'U.R. e compreso tra 15-25 °C per la temperatura.

Le "classi di fluttuazione" consentono dunque di spostare l' attenzione dall' oggetto singolo all'intero edificio, deputando ai curatori dell'istituzione museale la scelta della precisione da assegnare al sistema di climatizzazione, attraverso considerazioni che esulano anche dall' aspetto strettamente impiantistico o dai carichi termici conseguenti alla specifica interazione edificio-impianto in oggetto, ma riguardano anche verifiche economiche e necessità gestionali.

La classe AA è la più restrittiva, presentando i requisiti più stringenti che vanno progressivamente allargandosi nelle altre classi. Le categorie B e C sono le più frequenti, tipiche dei musei piccoli e medi, imponendo un controllo di temperatura ed umidità meno rigido che è il massimo che spesso si riesce ad ottenere adeguando a funzione museale vecchi edifici storici. Nella classe D, tipica dei musei che ospitano collezioni caratterizzate da alta stabilità chimica, il controllo è semplicemente limitato all'umidità relativa. Ad integrazione della

Categoria di controllo	Classe edificio	Caratteristiche edificio	Tipologia di edificio	Utilizzo edificio	Sistema adoperato	Tipo di controllo climatico	Classe di controllo possibile
incontrollato	I	struttura aperta	depositi, ponti	non occupazione, apertura 365 gg	nessun sistema	NESSUNO	D (se clima benigno)
	II	rivestimento protettivo	cabine, silos, capanne	non occupazione, apertura solo per eventi	nessun riscaldamento, apertura finestre e lucernari	VENTILAZIONE	C (se clima benigno) D (no clima umido)
controllo parziale	III	muratura non isolata, vetri singoli	navi, treni, fari	uso estivo turistico, chiusura in inverno	lieve riscaldamento, ventilazione estiva, controllo T ed UR in inverno	RISCALDAMENTO, VENTILAZIONE	C (se clima benigno) D (no clima umido)
	IV	muratura con isolante, vetri doppi	appartamenti, uffici, chiese, sale incontro	occupazione programmata, limitazione accessi	climatizzazione estiva ON-OFF, dispositivo per il postriscaldamento	STANDARD HVAC	B (se clima benigno) C (se inverno mite) D
microclima controllato	V	muratura con isolante e barriera al vapore	musei, gallerie, archivi, biblioteche	apertura al pubblico, occupazione incontrollata	climatizzazione globale, con il controllo dell'umidità...	CONTROLLO CLIMA, VARIAZIONE STAGIONALE	AA (se inverno mite) A B
microclima controllato	VI	edificio in metallo, pareti ermetiche, occupazione controllata	padiglioni, depositi di musei, teche museali	no fruizione, visita solo previo appuntamento	speciale controllo del microclima, rigoroso trattamento aria	CONTROLLO TOTALE E COSTANTE MICROCLIMA	AA A fresco, freddo, asciutto

Tabella II: Classificazione del potenziale controllo microclimatico per diverse tipologie di edifici secondo Conrad (1995)

precedente tabella, è interessante anche osservare l'approccio proposto da Conrad, (Conrad, 1995) che propone una suddivisione in 6 categorie di controllo climatico indoor per gli edifici (Tabella II). Si evidenzia inoltre la forte connessione esistente tra le caratteristiche termofisiche dell'involucro, la destinazione d'uso e il potenziale controllo microclimatico adottabile.

Ad ognuna delle classi di controllo corrisponde secondo ASHARE un classe di fluttuazione possibile. La tabella II esprime, in funzione delle caratteristiche costruttive, tipologiche e funzionali, il possibile controllo microclimatico all'interno di differenti categorie di edificio. Attraverso soluzioni tecnologiche sull'involucro, nonché mediante interventi di installazione di soluzioni impiantistiche per la climatizzazione, diviene possibile un controllo globale delle condizioni microclimatiche all'interno degli ambienti museali. Il controllo dei parametri microclimatici nonché la fluttuazione ammessa diviene funzione del livello di precisione, gestione e regolazione dell'impianto di climatizzazione: controllo estremamente parziale con un impianto ad acqua per il solo riscaldamento, puntuale lungo tutto il corso dell'anno con un impianto di condizionamento dell'aria.

È altresì evidente che intervenendo sulla gestione dei flussi di persone, così come sull'isolamento termico dell'involucro, è possibile infine coadiuvare il sistema impiantistico (meccanico e attivo) nel mantenimento di condizioni costanti e uniformi di temperatura, umidità relativa e qualità dell'aria.

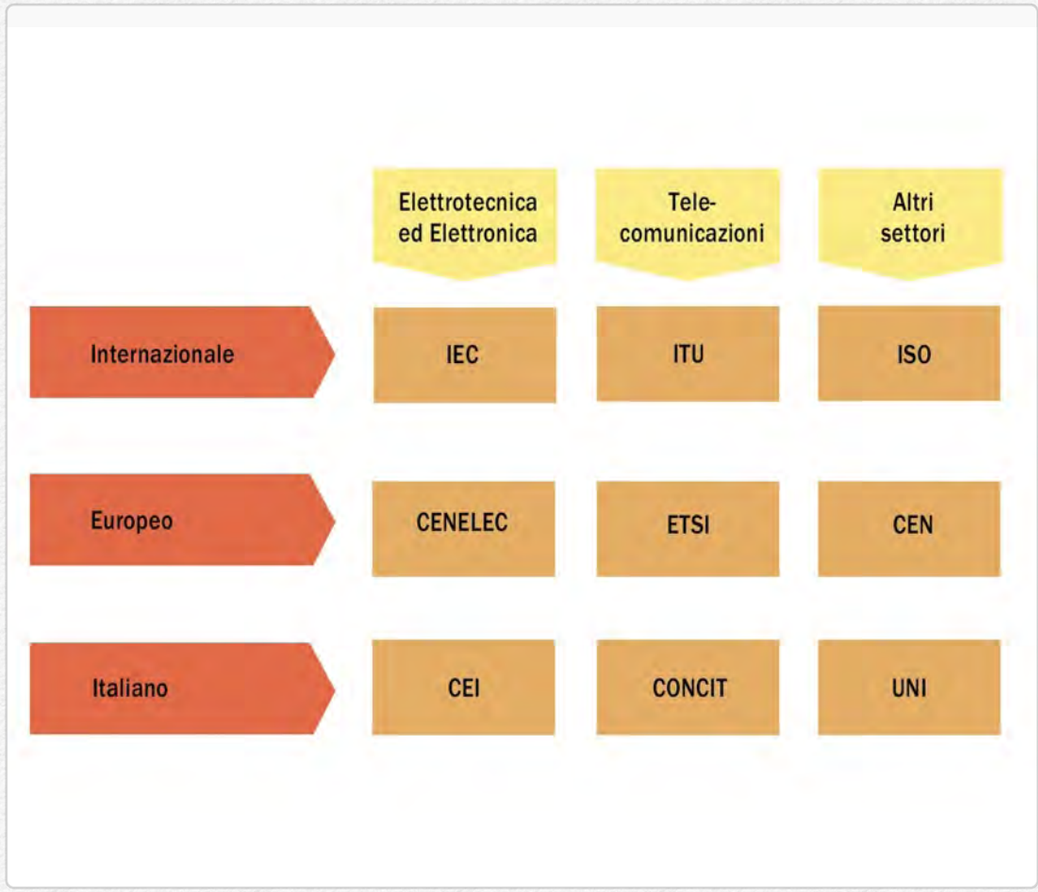
2.6. Impianti elettrici

•L’obiettivo di questa scheda è introdurre il tema degli impianti elettrici con riferimento ai concetti di *Enti di normazione, marchiatura CE, regola dell’arte, conformità*; il temi dell’illuminazione è invece trattato nel paragrafo 3.5 del capitolo 3. In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, il concetto di impianti realizzati “a regola d’arte”, concetto che prevede il rispetto della conformità a normative che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche.

La distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici.

La norma tecnica è definita a livello europeo (norma UNI CEI EN 45020) come il “*documento, prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, regole, linee guida o caratteristiche, relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il miglior ordine in un determinato contesto*”.

Alla emanazione delle norme tecniche sono preposti appositi Enti di normazione. Questi, per garantire la massima trasparenza e imparzialità, vedono la partecipazione di tutte le



Schema delgi enti normativi nazionali ed internazionali

parti sociali interessate, quali i produttori, i consumatori, le autorità competenti.

In base all’ambito territoriale in cui operano, gli enti di normazione vengono distinti in internazionali, europei e nazionali; essi, per ragioni storiche, sono presenti con due organizzazioni diverse: una per il settore elettrico e una per tutti gli altri settori

L'Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

✓ i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;

✓ il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d'arte;

✓ i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Le norme tecniche non sono per loro natura obbligatorie. Lo diventano solo nel momento in cui una legge o un'altra norma legislativa fa espresso riferimento.

La loro applicazione costituisce un metodo corretto per soddisfare per il requisito minimo necessario per realizzare un impianto "a regola d'arte".

Generalità sugli impianti elettrici

Gli impianti elettrici devono rispettare tutte le norme elettriche, delle quali di seguito di farà cenno, e le prescrizioni del Certificato di Prevenzione Incendi.

Considerando l'importanza dei siti museali, l'impianto elettrico deve consentire la massima continuità di servizio, anche in caso di fuori servizio della rete di fornitura.

Tutte le apparecchiature di comando e protezione devono essere alloggiate in locali dedicati, con opportune caratteristiche di aerazione e sicurezza e non accessibili al pubblico.

In generale sono previsti i seguenti impianti elettrici e speciali:

✓ Quadri elettrici principali e secondari

✓ Dorsali elettriche principali e terminali: sono da utilizzare cavi a bassissima emissione di fumo. Vista la destinazione d'uso degli ambienti, e la possibile presenza di persone, tale tipologia di cavi elettrici permette di evitare che il fumo, in caso di incendio, riduca la visibilità e stordisca le persone, aumentando la difficoltà di evacuazione. La stessa cosa dicasi per quanto riguarda il danno economico che i prodotti corrosivi della combustione dei cavi possono produrre sulle opere d'arte presenti nel museo, e sull'edificio stesso.

✓ Illuminazione standard

✓ Illuminazione di emergenza per la segnalazione delle vie d'esodo

✓ Impianto di forza motrice: con il relativo posizionamento di prese di servizio e torrette in base al layout del museo

✓ Impianto elettrico a servizio degli impianti di climatizzazione

✓ Impianto di terra

✓ Impianto di rilevazione fumo

✓ Impianto antintrusione esistente

✓ Impianto TVCC

✓ Impianto di diffusione sonora

✓ Rete trasmissione dati e WiFi

✓ Impianti multimediali.

I musei e le biblioteche: disposizioni legislative e normative nel settore elettrico

I decreti del 20 MAGGIO 1992, n. 569 e del 30 giugno 1995, n. 418 hanno per oggetto gli edifici pubblici e privati, di interesse artistico e storico destinati a contenere, musei, gallerie, collezioni, oggetti di interesse culturale o manifestazioni culturali, e quelli destinati a contenere biblioteche ed archivi .

Questi decreti fanno espresso riferimento all'impianto elettrico e ne prescrivono la conformità della realizzazione a norme (L. n. 186 del 01/03/1968,; L. n. 46 del 5/3/1990 oggi sostituito dal DM n. 37 del 22/01/2008) che rendono obbligatorie le istallazioni di apparecchiature e la realizzazione di impianti elettrici in conformità alla norme tecniche emesse dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

La norma cei 64-15 per gli edifici pregevoli edifici pregevoli per arte e storia, soggetti al Decreto Legislativo 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della Legge 6 luglio 2002, n. 37" ha lo scopo, quando ci si trovi in presenza di vincoli artistici, di fornire prescrizioni per la realizzazione o l'adeguamento degli impianti elettrici, che integrino e, in alcuni casi, modifichino con misure alternativa, ma di uguale efficacia, nei casi in cui il vincolo non consenta l'applicazione.

In pratica prende in considerazione i seguenti fattori:

✓ la collocazione dei punti di alimentazione dell'impianto;

✓ la suddivisione dell'edificio in zone di pertinenza;

✓ la scelta delle direttrici principali per la vie cavi;

✓ l'ubicazione del centro di controllo e supervisione;

✓ la scelta dei componenti;

✓ l'impiego di tecnologie avanzate.

Si riportano di seguito alcuni cenni sulla norma.

Le sorgenti di energia per l'illuminazione di sicurezza, sia di tipo centralizzato sia di tipo autonomo, devono essere dimensionate in modo da garantire almeno 1 h di autonomia dopo una ricarica pari al tempo di intervallo di chiusura giornaliera del locale.

Laddove non diversamente specificato dal responsabile tecnico addetto alla sicurezza, l'intervallo di chiusura notturna dei locali soggetti alla presente Norma si assume in 12 h.

Tutti i circuiti con finalità di tutela del patrimonio artistico e storico sono da considerarsi servizi di sicurezza. Questa affermazione introduce un concetto nuovo per le norme CEI. Infatti fino ad allora i servizi di sicurezza sono stati considerati necessari soprattutto per la sicurezza delle persone.

Viene raccomandato un monitoraggio generale dell'impianto elettrico per prevenire i rischi e i disservizi causati dall'invecchiamento degli impianti. In particolare la norma prescrive che "deve essere previsto un dispositivo generale atto a rilevare lo stato delle correnti di dispersione dell'impianto".

Una novità importante introdotta dalla Norma CEI 64-15 è la possibilità di realizzare, negli ambienti con presenza di vincoli artistici che non consentano la realizzazione di impianti fissi impianti di tipo "movibile per distribuzione e illuminazione.

La marcatura CE e i marchi di qualità

La marcatura CE

È applicata dal costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa.

L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile.

La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano:

La marchiatura

Questa può essere richiesta dal costruttore a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).

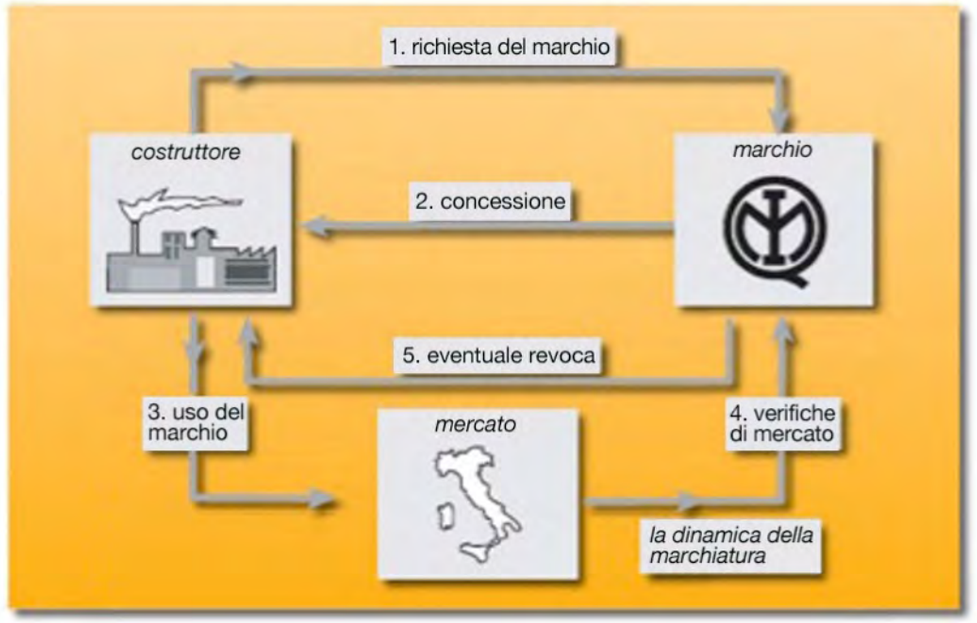
Il marchio IMQ viene concesso a determinate condizioni, in particolare:

✓ riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;

✓ approvazione del prototipo con prove di tipo;

✓ controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

Modalità di collocazione della marcatura CE.



Iter per la concessione del marchio di qualità.

La conformità e il decreto ministeriale n. 37/2008

Questo paragrafo vuole indicare i criteri relativi alle progettazioni, istallazioni e alla conformità a previsti per gl'impianti elettrici.

Il riferimento è il DM 37/2008: "*Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici*".

Questo decreto raccoglie in un unico testo le numerose disposizioni di legge e regolamenti circa l'installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Sono confermati i principi base previsti dalla precedente normativa (legge n. 46/1990) e precisamente:

✓ i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione straordinaria degli impianti devono essere affidate unicamente ad *imprese abilitate*, iscritte alla Camera di Commercio, Industria, Artigiano e Agricoltura;

✓ gli impianti devono essere realizzati secondo la *regola dell'arte*: si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI e del CEI;

✓ l'impresa esecutrice deve rilasciare al committente una *dichiarazione di conformità* degli impianti realizzati.

La classificazione degli impianti che ricadono nell'ambito di applicazione del decreto:

a) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;

b) impianti radiotelevisivi, antenne e impianti elettronici in genere;

c) impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense e di ventilazione ed aerazione dei locali;

d) impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie;

e) impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;

f) impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;

g) impianti di protezione antincendio.

Nota:

Per gli impianti elettrici, idrici e del gas connessi a reti di distribuzione, l'applicazione del Decreto inizia dal punto di consegna della fornitura.

Il decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze.

Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione, si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.

Il decreto elimina la distinzione tra impianti adibiti ad edifici ad uso civile ed impianti relativi ad edifici per attività produttive, commercio, terziario.

Di conseguenza, tutti gli impianti posti al servizio degli edifici, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze, indipendentemente dalla destinazione d'uso, rientrano nel campo di applicazione del decreto.

La progettazione degli impianti che ricadono nell'ambito di applicazione del decreto e per i quali, in caso di installazione, trasformazione e ampliamento, è necessario il progetto redatto da un professionista abilitato sono:

a) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a), per tutte le utenze condominiali e per utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 m^2;

b) impianti elettrici realizzati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e, in ogni caso, per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA resa dagli alimentatori;

c) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1.000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione, con potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m^2;

d) impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m^3;

e) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera b), relativi agli impianti elettronici in genere, quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione;

f) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera c), dotati di canne fumarie collettive ramificate, nonché impianti di climatizzazione per tutte le utilizzazioni, aventi una potenzialità frigorifera pari o superiore a 40.000 frigorie/ora;

g) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera e), relativi alla distribuzione e all'utilizzazione di gas combustibili con portata termica superiore a 50 kW o dotati di canne fumarie collettive ramificate, o impianti relativi a gas medicali per uso ospedaliero e simili, compreso lo stoccaggio;

h) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera g), se sono inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiore.

Sono comunque esclusi dagli obblighi della redazione del progetto la fornitura provvisoria di energia elettrica per gli impianti di cantiere e similari.

L'istallatore degli impianti che ricade nell'ambito di applicazione del decreto ha l'obbligo del rispetto della *regola dell'arte* in ottemperanza ai seguenti principi:

✓ i requisiti per l'accesso alla professione di installatore;

✓ l'obbligo per i committenti di rivolgersi ad imprese qualificate;

✓ l'obbligo della dichiarazione di conformità dell'impianto alle norme da parte dell'installatore;

✓ la necessità della dichiarazione di conformità per ottenere da parte dei Comuni il certificato di agibilità dei locali;

✓ l'obbligo di eseguire gli impianti a regola d'arte.

La Dichiarazione di conformità e rispondenza

È obbligatorio per tutti gli istallatori di impianti soggetti al decreto relativamente ad interventi di nuova installazione, trasformazione ed ampliamento e per la straordinaria manutenzione il rilascio della dichiarazione di conformità (DICO).

Per gli impianti precedenti all'entrata in vigore del decreto, nel caso in cui la dichiarazione di conformità non sia stata prodotta o non sia più reperibile, è sostituita da una dichiarazione di rispondenza (DIRI), resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che abbia esercitato la professione per almeno cinque anni nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.

Gli obblighi di committente/proprietario

Oltre all'obbligo di affidare il progetto dell'impianto nei casi prescritti ad un professionista abilitato e di affidare i lavori di installazione ad un'impresa abilitata, deve consegnare al distributore o al venditore la dichiarazione di conformità o di rispondenza dell'impianto.

Fonti rinnovabili e nuove tecnologie energetiche

Sommario

3.1. I pannelli solari fotovoltaici
3.2. I pannelli solari termici
3.3. Le biomasse
3.4. Le pompe di calore
3.5. Le sorgenti luminose

3.1. I pannelli solari fotovoltaici

Lo scopo di questa scheda è quello di fornire indicazioni utili a conoscere meglio questa tecnologia, spiegandone sinteticamente il funzionamento e evidenziano potenzialità per un uso cosciente anche in ambito museale.

La tecnologia fotovoltaica consente la produzione diretta dell'energia elettrica tramite lo sfruttamento dell'energia solare. Diversamente da altre tecnologie tradizionali di produzione dell'energia elettrica, il generatore fotovoltaico rappresenta un sistema di produzione diretta e priva di emissioni ambientali.

La tecnologia fotovoltaica sfrutta il cosiddetto effetto fotoelettrico, cioè la capacità che hanno alcuni materiali opportunamente trattati (tecnicamente sono semiconduttori "drogati"), di generare elettricità se esposti alla radiazione solare. Questa, quando sufficiente, è in grado di attivare e mettere in movimento gli elettroni degli orbitali più esterni di questi materiali dando luogo ad una corrente elettrica continua.

Tecnologie e tipologie

Il componente elementare di un generatore fotovoltaico è la cella: è qui che avviene la conversione della radiazione solare in corrente elettrica.

Essa è costituita da una sottile “fetta” di un materiale semiconduttore, quasi sempre silicio opportunamente trattato, dello spessore di 0,3 mm, di forma circa quadrata, con lato di 16 cm.

Tra i vari tipi di celle, quelle utilizzabili sono le celle al silicio cristallino (monocristallino, sigla “m-Si” oppure policristallino, sigla “p-Si”) e le celle a film sottile (silicio amorfo, sigla “a-Si” e altri semiconduttori come il diseleniuro di Indio e Rame, sigla “CIS” o il tellururo di Cadmio, sigla “CdTe”).

La cella si comporta come una batteria, il cui funzionamento e la cui capacità produttiva è direttamente proporzionale alla quantità di energia solare che la investe. Maggiore è la quantità di radiazione solare che investe la cella fotovoltaica, maggiore sarà l’energia elettrica prodotta. Si deve sottolineare come la produzione di energia elettrica è resa possibile non solo in presenza di radiazione diretta (ovvero di radiazione solare che direttamente investe il pannello fotovoltaico) ma anche in presenza di radiazione solare diffusa e riflessa (ovvero proveniente dalla volta celeste o da altri corpi in grado di rifletterla). Questo fatto implica che, seppur con rese inferiori, la

Pannelli solari fotovoltaici realizzati in silicio monocristallino installati in copertura

produzione elettrica di un impianto fotovoltaico si registra anche in presenza di cielo coperto.

In commercio si trovano non le singole celle, ma i moduli o pannelli fotovoltaici che sono costituiti da un insieme di celle. I più diffusi sono costituiti da 36 celle disposte su 4 file parallele.

Hanno superfici che variano da 0,5 a 1 m^2 e sono in grado di erogare una potenza che varia da modello a modello ma che, mediamente si può stimare indicativamente pari a 100-200 W (quindi la potenza equivalente a quella di una lampadina da 100 W).

Più pannelli collegati in serie costituiscono una stringa. Più stringhe, collegate generalmente in parallelo per fornire la potenza richiesta, costituiscono il generatore fotovoltaico. Il generatore fotovoltaico è la parte più evidente e visibile del sistema che comunemente viene definito “impianto fotovoltaico”.

Secondo il tipo di applicazione a cui l’impianto è destinato, le condizioni di installazione, le scelte impiantistiche, il grado di integrazione nella struttura edilizia con cui si interfaccia, si distinguono varie tipologie di impianto.

Impianti isolati (stand-alone)

Sono impianti non collegati alla rete elettrica e sono costituiti dai moduli fotovoltaici (il generatore fotovoltaico), da un regolatore di carica (necessario per regolare il funzionamento del sistema) e da un sistema di batterie che garantisce l’erogazione di corrente anche nelle ore di minore o assente radiazione solare.

La corrente generata dall’impianto fotovoltaico è una corrente continua. Se l’utenza è costituita da apparecchiature che prevedono una alimentazione in corrente alternata è necessario anche un convertitore, l’inverter. Questi impianti risultano tecnicamente ed economicamente vantaggiosi nei casi in cui la rete elettrica è assente o difficilmente raggiungibile.

In Italia sono stati realizzati molti impianti fotovoltaici di elettrificazione rurale e montana soprattutto nel Sud, nelle isole e sull’arco alpino.

Impianti connessi in rete (grid connected)

Sono impianti posti su terreni o su edifici comunque prossimi alla rete elettrica. L’utenza di questo genere di impianto è già connessa alla rete elettrica e la presenza dell’impianto fotovoltaico non è quindi strettamente necessaria per l’approvvigionamento elettrico. In questo caso la tecnologia fotovoltaica garantisce una produzione localizzata di energia elettrica a emissioni in ambiente nulle ed alternativa rispetto all’approvvigionamento da rete elettrica. Rispetto ai sistemi stand-alone, questo genere di impianti non necessita di un sistema di batterie che funzionino come accumulo di energia

elettrica nei momenti di produzione insufficiente a bilanciare le richieste dell'utenza (ad es. quando il cielo è coperto o di notte). Infatti, nei casi in cui l'impianto fotovoltaico non sia in grado di far fronte al fabbisogno dell'utenza, la rete elettrica interviene come "batteria di riserva". Analogamente, in quei momenti in cui l'impianto fotovoltaico produca più energia di quanta effettivamente richiesta, la rete elettrica interviene assorbendo il surplus di produzione elettrica.

Anche gli impianti grid-connected producono energia elettrica sotto forma di corrente continua, che, se destinata ad alimentare un'utenza in corrente alternata (ovvero la maggior parte delle apparecchiature elettriche ed elettroniche), deve essere trasformata attraverso un alternatore. L'uso di un alternatore genera delle inefficienze (seppur minime) nel processo di produzione dell'energia elettrica.

Costi e produzione energetica

Attualmente il limite maggiore alla diffusione del fotovoltaico è rappresentato dall'alto costo di realizzazione dell'impianto, causato essenzialmente da un elevato costo del materiale (i pannelli) e dei componenti elettrici che necessariamente devono essere impiegati (ad esempio l'inverter). Nonostante ci sia stata una forte riduzione dei prezzi, grazie alla crescente richiesta del mercato, attualmente (2013) i pannelli fotovoltaici hanno prezzi che si aggirano intorno a 300-400 euro/m2 per impianto finito. In realtà, il mercato non propone costi per gli impianti fotovoltaici per unità di area ma per kilowatt di picco (sigla kWp). Il kilowatt di picco è "l'unità di misura degli impianti fotovoltaici". Con kilowatt di picco si intende infatti la potenza che un pannello fotovoltaico è in grado di fornire in particolari condizioni atmosferiche di riferimento (nella fattispecie radiazione solare di 1000 W per ogni m2 di superficie e temperatura dell'aria di 25°C). Utilizzando il riferimento del kilowatt di picco, è possibile indicare quindi la massima potenza erogabile da un impianto fotovoltaico. Chiaramente, in realtà l'energia prodotta da uno stesso impianto, cambia a seconda del sito e dell'orientamento in cui è collocato. Ad esempio per un impianto ideale di 1 kWp, su base annua questo produrrà circa 1300 kWh di energia elettrica se collocato a Milano, circa 1500 kWh di energia elettrica se collocato a Roma e indicativamente 1800 kWh di energia elettrica se collocato a Palermo. La resa dell'impianto è poi fortemente influenzata dal suo orientamento e dall'inclinazione dei pannelli che lo costituiscono. L'impianto produrrà con l'appropriata inclinazione la massima quantità di energia qualora esposto a sud oppure, qualora questo non sia possibile, a ovest. Meno consigliabile l'esposizione ad est, da evitare l'esposizione a nord. Come indicato, l'inclinazione dei pannelli sarà ugualmente determinante per la quantificazione dell'energia elettrica

prodotta. Pannelli molto inclinati e prossimi alla verticale, renderanno un impianto molto produttivo nella stagione invernale e pressoché inutile in estate. Viceversa qualora i pannelli siano orizzontali: l'energia resa sarà massima in estate e minima in inverno. Se si vuole avere invece un impianto che garantisca un buon funzionamento durante tutto l'anno, si dovrà avere cura di inclinare i pannelli con un angolo pari alla latitudine del luogo diminuita di 5°.

Incentivi

Poiché il limite maggiore per la diffusione della tecnologia fotovoltaica è attualmente rappresentato dal suo costo, sono ad oggi previsti degli incentivi statali, validi su tutto il territorio nazionale, il Quinto Conto Energia (**DM 5 luglio 2012**). Le logiche e i criteri di incentivazione sono in continua modifica: si fornirà qui di seguito, a titolo di esempio, il quadro di riferimento negli anni intorno al 2010. Questo quadro è, indipendentemente dalle evoluzione delle incentivazione negli anni successivi, di sicuro interesse per conoscere i meccanismi fondamentali alla base degli incentivi.

Il principio del conto energia è il seguente: qualora sia realizzato e messo in funzione un impianto fotovoltaico, viene remunerata con due tariffe differenti la quota di energia netta immessa in rete e la quota di energia netta consumata in sito, in funzione della tipologia di impianto (impianto su edifici, a terra, integrato con caratteristiche innovative, a concentrazione), per 20 anni dalla data di attivazione.

Non si tratta quindi di un incentivo legato alla alla realizzazione dell'impianto (come potrebbe essere un incentivo in conto capitale) ma è un premio alla produttività energetica.

L'energia prodotta dall'impianto può poi essere destinata secondo due differenti possibilità, entrambe percorribili dal titolare dell'impianto.

La prima possibilità, peraltro la più diffusa per i piccoli impianti, è quella secondo cui ci si avvale dello "scambio sul posto": l'energia prodotta viene ceduta alla rete elettrica, con cui si sviluppa un "credito energetico". Quando poi l'utente ha bisogno di energia elettrica, la preleva dalla rete gratuitamente fino ad esaurire il "credito" energetico sviluppato. Fatto di grande interesse per l'utente finale è che il credito energetico venga calcolato e successivamente recuperato non in base all'energia prodotta, ma in base al corrispondente valore pecuniario calcolato sulla base della tariffa energetica attiva quando viene prodotta l'energia. Il vantaggio per l'utente produttore di energia elettrica è evidente: con l'impianto fotovoltaico si produce energia elettrica di giorno quando la tariffa è maggiore e si recupera l'equivalente pecuniario di notte

quando la tariffa è più bassa (quindi si riesce a prelevare dalla rete una quantità maggiore di energia).

Seconda possibilità (obbligatoria per impianti di più grandi dimensioni) è che l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sia venduta sul libero mercato dell'energia, continuando a valere sempre il conto energia (e quindi venendo comunque pagata tutta la produzione tramite l'incentivo statale).

I vantaggi per il produttore di energia elettrica risiedono nella sua capacità di trovare ed attrarre potenziali acquirenti, interessati a comprare ad un prezzo vantaggioso per entrambi il prodotto dell'impianto fotovoltaico.

Il fotovoltaico e gli edifici museali

Alla luce di quella che è la tecnologia fotovoltaica, e dopo aver analizzato il regime di incentivi presenti sul territorio italiano, è possibile cercare di capire come un impianto fotovoltaico possa essere impiegato per edifici museali.

Una prima riflessione deve essere fatta in merito all'integrazione architettonica dell'impianto rispetto all'edificio e al contesto urbano in cui esso è inserito. Questo genere di valutazione è dunque subordinata alla riflessione sulla tipologia dell'edificio, sulla disponibilità di superfici idonee all'installazione dell'impianto e infine alla verifica dell'immagine architettonica dalla scala locale alla scala urbana.

Valutata la possibilità di integrazione del fotovoltaico rispetto all'edificio e al contesto urbano, resta da analizzarne la convenienza economica. La valutazione del tempo di ritorno dell'investimento è da valutare per ogni singolo caso. In generale dipende dalla percentuale di copertura del fabbisogno annuo di energia elettrica dell'utenza, dal costo di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e dall'accesso a meccanismi di incentivazione. Considerando le attuali condizioni di mercato, mediamente il tempo di ritorno stimabile è compreso fra 7-10 anni (dati forniti dal sito del GSE).

3.2. I pannelli solari termici

La presente scheda intende illustrare la tecnologia del solare termico, che permette lo sfruttamento dell'energia solare per la produzione di acqua calda, da impiegare all'interno degli edifici per usi sanitari o a supporto del riscaldamento gli ambienti.

Negli edifici a destinazione museale, la richiesta di acqua calda sanitaria è assai limitata: può risultare invece interessante capire potenzialità e limiti di questa tecnologia quanto l'edificio museale sia una porzione di un complesso edilizio più ampio e multifunzione dove la richiesta di acqua calda sanitaria sia significativa.

Tecnologie e tipologie

Gli impianti solari termici sono dispositivi che permettono di catturare l'energia solare, immagazzinarla e usarla per differenti scopi. L'energia captata dal Sole può essere impiegata per riscaldare un fluido (normalmente acqua o una soluzione acquosa) oppure per fare evaporare un fluido. In questo secondo caso, il vapore così ottenuto viene impiegato per alimentare turbine collegate ad alternatori affinché si ottenga corrente elettrica: si parla così di un impianto solare termodinamico.

Gli impianti solari termici sono suddivisi in funzione della temperatura cui giunge il fluido riscaldato. Si hanno così:

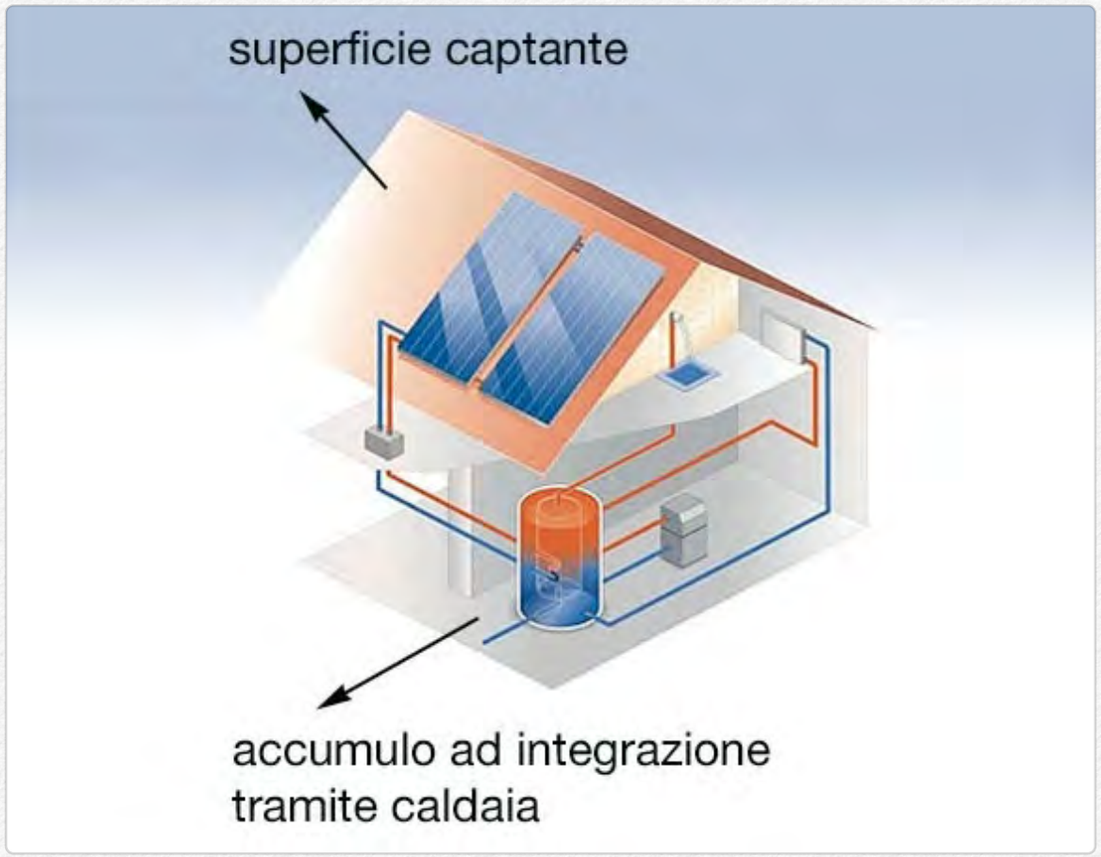
Esempio di pannello solare termico con serbatoio di accumulo termico

✓ impianti a basse temperature (fino a 120 °C)

✓ impianti a medie temperature (ca. 500 °C)

✓ impianti ad alte temperature (oltre 500 °C) che trovano applicazione soprattutto nei grossi impianti industriali.

Gli impianti a bassa temperatura son quelli più diffusi e trovano normale impiego in ambito edilizio. Comprendono i sistemi che usano un collettore per riscaldare un liquido o l'aria. Il collettore



Schema di impianto solare termico ad uso domestico con integrazione tramite caldaia

solare o pannello solare è il dispositivo su cui si basa questa tecnologia. I collettori sono attraversati da un fluido termovettore incanalato in un circuito solare che lo porterà ad un accumulatore. Ne esistono di vari tipi: i più recenti sono i tubi sottovuoto che hanno un alto rendimento, ma sono maggiormente soggetti a rotture. L'accumulatore ha invece la funzione di immagazzinare più energia termica possibile al fine di poterla usare successivamente al momento del bisogno. È generalmente costituito da un serbatoio di capacità variabile, ma comunque dell'ordine delle centinaia di litri di fluido. Il fluido termovettore è il fluido che, riscaldato, "ingloba" l'energia solare. Tipicamente è costituito da una soluzione di acqua e glicole, per non essere soggetto a rischio gelo. Può anche essere costituito da aria: i campi d'applicazione per tali impianti sono tipicamente quelli di riscaldamento dell'aria per la climatizzazione ambientale e, in campo industriale, per i processi d'essiccazione di prodotti alimentari.

A seconda di come avviene la circolazione del fluido termovettore all'interno, esistono due tipi di impianti solari termici a bassa temperatura:

✓ a circolazione naturale: nel collettore l'acqua si riscalda e sale per convezione in un serbatoio di accumulo (boiler), che deve essere posto più in alto del pannello, dal quale viene distribuito alle utenze.

✓ a circolazione forzata: una pompa, detta circolatore, permette la circolazione del fluido all'interno del collettore. Il circuito è notevolmente più complesso, dovendo prevedere un vaso di espansione, un controllo di temperatura ed altri componenti, ed ha un consumo elettrico dovuto alla pompa e alla centralina di controllo, ma visto che il boiler è posto all'interno è meno soggetto a dispersione termica.

Pannelli solari termici installati in copertura in aderenza alla falda del tetto

I sistemi solari termici a bassa temperatura si suddividono poi in sistemi diretti e sistemi indiretti.

Nei sistemi diretti, il circuito è aperto: l'acqua riscaldata è poi direttamente consumata e viene via via sostituita da un afflusso esterno. Questo impianto ha per pregio la semplicità, un minor costo e un'efficienza più alta, non prevedendo l'uso di sistemi di scambio termico intermedi. Tuttavia è forte il rischio di congelamento, tanto che se ne consiglia l'uso solo in quelle zone dove la temperatura non scende mai sotto lo zero.

Nei sistemi indiretti, il circuito è chiuso. Il fluido termovettore serve per riscaldare il fluido che sarà direttamente consumato, ma non deve essere costantemente integrato attraverso una afflusso esterno. Potendo impiegare come fluido termovettore una soluzione acquosa, per questo genere di impianto il rischio di congelamento non sussiste.

Applicazioni e dimensionamento di massima

I collettori solari termici ad acqua o ad aria trovano applicazione principale per il riscaldamento dell'acqua a scopi sanitari (collettori ad acqua) e per il riscaldamento degli ambienti (collettori ad aria e collettori ad acqua). Il loro utilizzo deve però essere sempre subordinato alla considerazione che l'energia solare è una fonte discontinua. Pertanto i collettori solari termici vanno realisticamente considerati integrativi rispetto alle tecnologie tradizionali: quindi capaci di fornire direttamente solo parte dell'energia necessaria all'utenza, energia che altrimenti dovrebbe essere prodotta dalla caldaia tradizionale. La percentuale di energia termica prodotta annualmente da un collettore solare termico prende il nome di fattore di copertura del fabbisogno termico annuo.

Peraltro, qualora siano impiegati come sorgente integrativa per il riscaldamento degli ambienti, si tenga conto del fatto che la domanda di riscaldamento e l'offerta di energia solare sono in "contro-fase": d'inverno, quando è massima la richiesta di riscaldamento, è minima l'offerta di energia solare. Attenzione quindi al sovradimensionamento del sistema, che, seppur giustificabile energeticamente, non sarebbe economicamente conveniente.

Tipico è invece l'uso di pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria. In tal caso la domanda è pressoché costante durante tutto l'anno, e un buon dimensionamento dovrebbe garantire la copertura pressoché totale del fabbisogno durante la stagione estiva (mesi di giugno, luglio e agosto). A tal proposito si consideri come indicativamente, in condizioni di buon irraggiamento, il fabbisogno energetico di acqua calda sanitaria necessaria quotidianamente ad un cittadino italiano nel contesto residenziale è coperto da 1,2-1,5 m^2 di collettore solare. Applicazioni al caso museale non possono prescindere da una attenta valutazione dei reali fabbisogni: è ben noto che la richiesta di acqua calda sanitaria in un museo è assai limitata.

3.3. Le biomasse

Negli ultimi anni molto si è parlato dell'uso delle biomasse come possibile alternativa all'uso dei combustibili fossili. Anche in ambiente museale si comincia a parlare di edifici alimentati con energia da Biomassa: occorre quindi chiarire cosa si intende. Questa scheda intende chiarire cosa si intenda per biomasse e mettere in rilievo le potenzialità e limitazioni legate alla tecnologia di sfruttamento di questa risorsa.

Biomasse, biogas, biodiesel e shale gas

Il crescente interesse rivolto verso possibili fonti energetiche alternative ai combustibili fossili ha accresciuto l'interesse verso quanto è definito come biomassa. Questo termine molto generico, cui spesso viene associata la sola legna da ardere, racchiude una molteplicità di elementi.

In Italia cosa si intenda per biomassa è dettagliatamente descritto in un documento legislativo, il decreto legislativo 28 dicembre 2003 n° 387, articolo 2, dove si dice che la biomassa è annoverata tra le fonti rinnovabili, e, in particolare, "per biomasse si intende: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie

connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".

Il termine biomassa riunisce quindi una gran quantità di materiali, di natura assai eterogenea; in forma generale si intende ogni sostanza organica d'origine vegetale e animale, non fossile, che possa essere usata come combustibile per la produzione di energia e cioè legna da ardere, gli scarti vegetali che provengono da aziende agrarie e i rifiuti agricoli, zootecnici e urbani. Tutti materiali utilizzabili a fini energetici sia direttamente come combustibili sia trasformandoli in sostanze (solide, liquide o gassose) più facilmente sfruttabili negli impianti di conversione. Le principali applicazioni delle biomasse sono la produzione di energia (bioenergia), la sintesi di carburanti (biocarburanti) e la sintesi di prodotti (bioprodotti).

Dalla fermentazione dei vegetali ricchi di zuccheri, come canna da zucchero, barbabietole e mais, si può infatti ricavare l'etanolo o alcool etilico che può essere utilizzato come combustibile per i motori a scoppio, in sostituzione della benzina.

Oltre ai vegetali coltivati, anche i rifiuti vegetali e liquami di origine animale possono essere sottoposti a fermentazione anaerobica (in assenza di ossigeno) per ottenere biogas.

Con il termine biogas si intende una miscela di vari tipi di gas (per la maggior parte metano) prodotto dalla naturale fermentazione batterica in anaerobiosi (assenza di ossigeno) dei residui organici di provenienza differente (ad es. rifiuti, vegetali in decomposizione, carcasse in putrescenza). L'intero processo di formazione del biogas parte con la decomposizione del materiale organico da parte di alcuni tipi di batteri, producendo anidride carbonica, idrogeno molecolare e metano (la cosiddetta metanizzazione dei composti organici). Negli ultimi anni sono state sviluppate interessanti tecnologie che, tramite l'utilizzo di batteri in appositi "fermentatori", sono in grado di ottenere grandi quantità di biogas dai rifiuti organici urbani e dal letame prodotto dagli allevamenti. Il gas metano prodotto in questo processo può essere quindi utilizzato per la combustione in caldaie da riscaldamento o nei motori a scoppio. Quest'ultima applicazione ha trovato buon successo in Paesi del centro Europa quali Svizzera, Germania e Svezia, e in via sperimentale anche in Italia, costituendo una delle più concrete promesse nel campo della mobilità eco-sostenibile. I costi di investimento per realizzare impianti di sfruttamento del biogas sono relativamente ridotti: i macchinari utilizzati sono ormai prodotti in serie da costruttori specializzati, il collegamento elettrico è facilmente accessibile e i tempi di realizzazione sono di qualche mese.

Il biodiesel è un carburante alternativo ottenuto da fonti rinnovabili quali olii vegetali e grassi animali, analogo al gasolio

derivato dal petrolio. Dal punto di vista ambientale, il biodiesel presenta alcune differenze rispetto al gasolio: il biodiesel, rispetto al gasolio, riduce le emissioni nette di ossido di carbonio (CO) del 50% circa e di anidride carbonica del 78,45%. Non produce emissioni di diossido di zolfo (SO2), dato che non contiene zolfo e riduce l'emissione di polveri sottili fino ad un massimo del 65%.

Ma ha l'inconveniente di originare più emissioni di ossidi di azoto (NOx) del gasolio, problema che può essere contenuto dotando gli scarichi di appositi catalizzatori.

Combustibili legnosi: pellet e cippato

Quando si parla di biomassa, inevitabilmente il pensiero corre immediatamente ai combustibili legnosi, che, come abbiamo visto, rappresentano solo una delle possibili soluzioni. L'uso del legno e dei suoi derivati per produrre calore attraverso la combustione è remoto ed è ancora molto diffuso nei piccoli centri rurali, in particolare in quelle zone molto ricche di boschi, dove rappresenta una fonte energetica alternativa da affiancare ai combustibili fossili. I moderni sistemi di riscaldamento a legna, molto differenti dai vecchi camini o stufe, utilizzano nuovi combustibili legnosi come i "pellets", pastiglie di segatura compressa piuttosto omogenee e standardizzate, e il cippato, costituito da piccole scaglie di legno che possono differire molto per l'origine, la dimensione e l'umidità. I pellets hanno una densità energetica maggiore rispetto al cippato di legna e quindi necessitano di un volume di accumulo minore; di contro hanno un prezzo maggiore. Le moderne caldaie a pellets e a cippato sono dotate di sistemi di alimentazione automatici che prelevano il combustibile dal serbatoio di accumulo e lo bruciano rispettando i più alti standard ambientali. Le migliori caldaie hanno efficienze che possono raggiungere il 90%, paragonabili a quelle di buone caldaie a gasolio e a metano. Le attuali caldaie a legna sono dotate di accensione automatica e di sistemi per la pulizia degli scambiatori di calore, per la rimozione automatica delle ceneri in modo da limitare e facilitare il più possibile gli interventi manuali di pulizia. Alcuni produttori offrono anche un servizio di controllo e monitoraggio remoto del funzionamento delle caldaie. Poiché il caricamento del combustibile in caldaia avviene in modo automatico, è necessario che accanto al locale caldaia venga predisposto un locale (silo) per lo stoccaggio del combustibile.

I locali per lo stoccaggio dei combustibili legnosi devono essere dotati di specifici dispositivi di sicurezza per prevenire problemi quali il danneggiamento dei locali, l'esplosione delle polveri e la degradazione del combustibile. Un magazzino per la legna deve essere sempre asciutto, avere una porta del magazzino resistente al fuoco ed ermetica, non avere alcuna installazione elettrica all'interno del deposito e avere pareti abbastanza resistenti da sopportare la pressione della legna e, al contempo, resistenti al fuoco per almeno 90 minuti. Inoltre deve

essere soggetto annualmente ad una attività di manutenzione e rimozione della polvere che si accumula e dei residui. Al fine di facilitare le operazioni di scarico del cippato dai mezzi di trasporto, il silo è situato spesso al di sotto del piano stradale. Dal silo di alimentazione il cippato viene estratto automaticamente e convogliato, per mezzo di una coclea dosatrice, nella caldaia, dove avviene la completa combustione mediante l'immissione di aria primaria e secondaria. Nei sistemi più avanzati il flusso di cippato e la combustione sono regolati in continuo da un microprocessore in base alla richiesta di energia dell'utenza e alla temperatura e concentrazione di ossigeno dei fumi. Il sistema può modulare la potenza erogata mantenendo la combustione ottimale anche con combustibili diversi, sia con pieno carico sia con il carico minimo. L'accensione del cippato può avvenire sia manualmente, sia automaticamente per mezzo di dispositivi sia elettrici sia a combustibile liquido (bruciatore pilota). In alcuni modelli esiste la funzione di mantenimento braci, che consente alla caldaia di mantenere una piccola quantità di brace accesa durante le pause di funzionamento, consentendo così la riaccensione immediata al riavvio dell'impianto.

Le biomasse: punti di forza e di debolezza

L'uso di biomasse garantisce alcuni innegabili vantaggi, soprattutto se questa fonte rinnovabile è sfruttata in luoghi particolarmente ricchi di boschi o di prodotti industriali di scarto di origine vegetale o animale.

Le biomasse sono annoverate tra le fonti rinnovabili di energia, anche se a essere precisi, si tratta di una fonte "rigenerabile" in tempi ridotti. La quantità di biomassa sfruttabile può infatti essere rapidamente ripristinata in modo diretto (silvicoltura, agricoltura) o indiretto, come semplice recupero dei continui scarti produttivi di processi industriali o agricoli.

L'impiego delle biomasse inoltre garantisce una sostanziale diversificazione del mix energetico di uno stato o di una regione, che può usufruire di una fonte energetica alternativa, il cui costo, sostanzialmente ridotto, non è legato a quello del petrolio e degli altri combustibili fossili, ma che può anzi essere reperita sul territorio.

Le biomasse devono essere bruciate per fornire energia, e quindi il loro utilizzo non è privo di emissioni clima-alteranti. Tuttavia, la combustione di biomasse comporta emissioni ridotte di CO_2 rispetto ai combustibili tradizionali, e un contenuto minimo di zolfo nelle emissioni, ma è necessario precisare che le biomasse solide, se bruciate, generano elevate quantità di polveri di combustione (ad es. 5 volte, a parità di potenza resa, le polveri di combustione del gasolio)

Inoltre le biomasse possono essere una risorsa molto utile in quei territori particolari difficilmente raggiungibili, in cui il ricorso

ad altre fonti energetiche è difficoltoso ed antieconomico. In particolare, l'uso della biomassa esalta il processo della filiera corta, per cui un territorio è in grado di produrre a basso costo il combustibile che gli è necessario per il sostentamento energetico, recuperando materiali altrimenti scartati, e riallacciandosi a proprie passate tradizioni di gestione e di sfruttamento dei terreni (è il caso , ad esempio, della silvicoltura per le vallate alpine).

Questi positive peculiarità trovano riscontro nei recenti documenti legislativi nazionali ed internazionali. La valorizzazione energetica delle biomasse agro-forestali rappresenta uno dei punti cardine della strategia energetica europea ed italiana per la riduzione delle emissioni di gas serra, in particolare di anidride carbonica, in un contesto più ampio di diversificazione delle fonti di energia per ridurre la propria dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili. Negli ultimi anni, i principali strumenti per valorizzare a fini energetici le biomasse sono stati:

✓ l'accesso prioritario al sistema di distribuzione dell'energia elettrica concesso all'elettricità fornita da impianti che utilizzano biomasse solide e biogas che hanno ottenuto dal Gestore dei servizi elettrici (GSE) la qualifica di Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili (IAFR);

✓ l'utilizzo di Certificati Verdi scambiabili che attestano l'avvenuta produzione di una certa quantità di elettricità tramite l'impiego di fonti energetiche rinnovabili

✓ le sovvenzioni per la produzione di bioetanolo

✓ le esenzioni fiscali per la produzione di biodiesel

✓ i finanziamenti a bando per lo sviluppo e la valorizzazione a fini energetici di biomasse, concessi a imprese agricole, ditte boschive e operatori forestali nell'ambito dei Piani energetici ambientali regionali, dei Piani forestali regionali, dei piani di sviluppo rurale e di programmi nazionali per la ricerca, programmi pilota e iniziative di filiera.

Il principale problema legato allo sfruttamento delle biomasse è l'entusiasmo con cui in molti si son rivolti a tale fonte energetica, spesso tale da non farne comprendere i limiti che esistono e, se trascurati, possono portare a gravi situazioni ambientali.

I recenti avvenimenti legati allo sfruttamento dei combustibili fossili hanno rianimato la pericolosa illusione che l'Italia possa permettersi un accresciuto sfruttamento della risorsa forestale per scopi energetici. Un primo mito da sfatare riguarda la disponibilità di foreste del nostro Paese: in Italia, si hanno sempre meno ettari di bosco per persona, e questo significa meno risorsa lignea a disposizione per cittadino.

Il legno peraltro ha un potere calorifico inferiore (p.c.i., quantità di energia termica ricavabile dalla combustione completa riferita all'unità di massa) che è un quarto di quello del gasolio: per ottenere le stesse rese energetiche, serve una quantità molto elevata di legno. Questo comporta lo sfruttamento di enormi superfici boschive con una forte alterazione del territorio, se non è accompagnato da attenti e mirati programmi di rimboschimento dei terreni disboscati e di conversione di vecchi cedui in fustaie. Inoltre, le grandi quantità di legno che sarebbero necessarie qualora si puntasse ad un uso diffuso della biomassa legnosa, dovrebbero essere trasportate anche a lunga distanza con conseguente produzione di emissioni climalteranti legate al sistema dei trasporti su gomma.

Lo stoccaggio delle riserve di combustibile in apposti spazi creerebbe poi non pochi problemi.

Come già in precedenza sottolineato la combustione del legno crea sostanze nocive (ossidi di azoto, polveri sottili, monossido di carbonio, idrocarburi policiclici, nichel, diossina, acido cloridrico, ecc.) in quantità maggiore di altri combustibili ed è un fattore di cui tener conto. Non è neppure corretto asserire che la combustione di una certa quantità di legno produce la stessa anidride carbonica che il medesimo è in grado di smaltire durante la vita utile. Si sta trascurando la differente dimensione temporale dei due fatti: in pochi secondi si producono le

Alcuni esempi di biomasse legnose da impiegarsi come combustibili

emissioni che in molti anni lo stesso albero è stato in grado di smaltire!

Se le criticità sin qui messe in rilievo sono tipiche della biomassa legnosa, problemi analoghi si riscontrano anche per le altre tipologie di biomassa. Nuovamente si deve considerare il problema del trasporto: le biomasse devono essere sempre trasportate dal luogo di origine fino alla centrale di combustione.

Bisogna pertanto considerare sempre l'inquinamento causato dal trasporto del materiale verso la centrale a biomassa e le difficoltà logistiche derivanti da infrastrutture viarie non sempre all'altezza o in grado di far fronte ad incrementi di traffico pesante.

Il sistema necessario per accentrare grandi quantità di biomasse in un luogo implica un massiccio utilizzo di automezzi per il trasporto. Quanto più aumenta la distanza tra luogo di raccolta e luogo di combustione tanto maggiore sarà l'inquinamento prodotto per trasportare le biomasse.

Le biomasse: opportunità e criticità

Nonostante il grande interesse suscitato nella opinione pubblica, e gli strumenti incentivanti messi in campo dalle varie amministrazione per incentivarne lo sfruttamento, il ricorso alle biomasse non è sempre sostenibile, né economicamente, né tecnicamente.

L'uso delle biomasse per produrre energia è accompagnato da un grande equivoco: non è una necessità, come molte volte viene proposto, ma è un'opportunità che in alcune situazioni può garantire vantaggi energetici, economici ed ambientali. È infatti una risorsa in quei territori ricchi di risorse boschive e per i quali il ricorso a sorgenti tradizionali risulta difficile a causa di carenze infrastrutturali o difficoltà di approvvigionamento. È poi una risorsa in tutte quelle zone in cui vi sia abbondanza di scarti vegetali o animali del processo produttivo, sfruttabili per produrre energia e altrimenti inutilizzati.

Sostanzialmente, l'uso delle biomasse deve essere considerato in tutti i casi di scarsa densità urbana, dove si hanno grandi spazi a disposizione, utili sia per derivare il necessario quantitativo di risorsa, sia per stoccarlo in depositi comunque ingombranti ed estesi. Non è pensabile sostenere energeticamente centri urbani anche di piccole dimensioni con biomasse: la quantità di combustibile in gioco sarebbe troppo elevata, e le emissioni nocive (in particolare polveri) derivanti sarebbero molto maggiori rispetto al ricorso a combustibili tradizionali.

3.4. Le pompe di calore

La scheda si propone di introdurre le pompe di calore, illustrandone la tecnologia e suggerendone alcuni possibili usi. Vengono descritte alcune applicazioni innovative, tenendo sempre presenti costi, vantaggi ed elementi di criticità. Questa tecnologia offre la possibilità di produrre, con una unica macchina termica, sia acqua calda che acqua refrigerata, quindi le sue applicazioni stanno fortemente aumentando in tutti quegli edifici che richiedono sia riscaldamento che raffrescamento, come spesso avviene negli edifici a destinazione museale.

Principio di funzionamento

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire il calore di un fluido a temperatura più bassa ad un altro a temperatura più alta. La pompa di calore deve il suo nome al fatto che essa provvede a trasportare del calore da un livello inferiore a un livello superiore di temperatura, invertendo il suo flusso naturale del calore che in natura, come noto, fluisce da un corpo a temperatura più alta ad uno a temperatura più bassa. Volendo azzardare un paragone, si potrebbe dire che la funzione della pompa di calore può quindi essere paragonata a quella di una pompa per l'acqua con cui si voglia trasportare del liquido sulla vetta di un monte, invertendo il naturale fluire dalla quota superiore alla quota inferiore. Le pompe di calore si dividono in : pompe di calore a compressione, cioè dotate di un compressore che necessita di energia elettrica per funzionare, e ad assorbimento, funzionanti per mezzo di un bruciatore alimentato a gas metano o GPL (oppure utilizzando reflui di calore) e che sfruttano le proprietà chimiche di particolari soluzioni acquose.

La peculiarità della pompa di calore risiede nella possibilità di impiegare tale macchina tanto in fase estiva quanto in fase invernale. Infatti, qualora sia realizzata con la capacità di invertire il proprio ciclo di funzionamento, la pompa di calore è in grado di produrre acqua refrigerata per il raffrescamento, e di produrre acqua calda per il riscaldamento: un unico strumento utilizzabile tutto l'anno.

La pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da uno speciale fluido (detto frigorigeno) che, a seconda delle condizioni di temperatura e di pressione in cui si trova, assume lo stato liquido o gassoso (vapore). Il circuito chiuso è costituito in modo diverso a seconda che si abbia una pompa di calore a compressione o una pompa di calore ad assorbimento.

Per una pompa di calore a compressione, gli elementi costitutivi sono:

✓ un compressore

✓ un condensatore

✓ una valvola di espansione

✓ un evaporatore

Il condensatore e l'evaporatore sono costituiti da scambiatori di calore, cioè particolari macchine realizzate con tubi posti a contatto esternamente con i fluidi di servizio (ovvero i fluidi che devono essere raffreddati o riscaldati, e che possono essere acqua o aria) all'interno dei quali scorre il fluido frigorigeno. Quando questo si trova ad alta temperatura nel condensatore cede calore all'acqua o all'aria (lato ad alta temperatura) mentre quando si trova a bassa temperatura nell'evaporatore (lato a bassa temperatura) sottrae calore all'aria o all'acqua. Analizzando più nel dettaglio il funzionamento della pompa di calore, si può vedere come il compressore sia necessario per portare ad alta pressione e ad alta temperatura il fluido frigorigeno che si trova allo stato gassoso, aumentando quindi la quantità di calore che può scambiare. Il fluido viene fatto quindi passare nel condensatore, torna allo stato liquido cedendo calore ad un fluido di servizio (acqua o aria) che aumenta quindi la sua temperatura. Il fluido frigorigeno allo stato liquido viene fatto passare attraverso la valvola di espansione, dove si trasforma parzialmente in vapore. Infine, il fluido è messo a contatto, nell'evaporatore, con una sorgente da cui acquista calore: ritorna pertanto allo stato gassoso e, rimandato al compressore. Il ciclo può essere ripetuto.

L'insieme di queste trasformazioni costituisce il ciclo della pompa di calore: il fluido frigorigeno, nell'evaporatore, assorbe calore dal mezzo circostante e, tramite il condensatore, lo cede al mezzo da riscaldare. Qualora il ciclo sia invertibile, si otterrebbe una macchina frigorifera, in cui il calore è trasferito dalla sorgente ad una temperatura più bassa (ad esempio un ambiente interno che deve essere raffreddato) ad una a temperatura più alta (ad esempio l'ambiente esterno).

Per una pompa di calore ad assorbimento gli elementi costitutivi sono:

✓ un generatore ed un assorbitore

✓ un condensatore

✓ una serie di restrittori

✓ un evaporatore

Il funzionamento di una pompa di calore ad assorbimento è basato sull'impiego di una soluzione acquosa (acqua e bromuro di litio oppure acqua ed ammoniaca) che viene riscaldata attraverso l'uso di un generatore a combustione, oppure impiegando reflui termici (calore di scarto derivante da particolari processi produttivi altrimenti non utilizzabile). La soluzione costituita da fluido frigorigeno (che in questo caso è acqua) e fluido assorbente (bromuro di litio o ammoniaca) viene separata, con formazione di vapore. Questo vien fatto

condensare nel condensatore con cessione di calore alla sorgente a temperatura più alta. Successivamente, il fluido così ottenuto, viene fatto passare attraverso dei restrittori, cioè restringimenti opportunamente calibrati: la pressione e la temperatura del fluido frigorigeno liquido si abbassano, e questo viene mandato all'evaporatore, dove, assorbendo calore dalla sorgente a temperatura più alta, evapora completamente tornando allo stato gassoso. In questa condizione, viene messo a contatto nell'assorbitore con il fluido assorbente, e ritorna allo stato liquido. Il ciclo può così essere fatto riniziare.

Analogamente a quanto avviene con una pompa di calore a compressione, viene trasferito calore da una sorgente a temperatura più bassa ad una a temperatura più alta. Il vantaggio nell'uso della pompa di calore è anche in questo caso evidente: si fornisce più energia (calore) di quella impiegata per il suo funzionamento, poiché si estrae calore dall'ambiente esterno.

Efficienza di una pompa di calore

Le due tecnologie sopra descritte si differenziano sostanzialmente per il fatto che nel caso della pompa di calore a compressione è necessaria energia elettrica per consentirne il funzionamento, mentre nel caso dell'assorbimento l'impiego di energia elettrica è minimo e, qualora non siano presenti dei reflui termici, si deve procedere attraverso la combustione di gas o GPL, con conseguente produzione di anidride carbonica ed altri derivati della combustione.

Ulteriore differenza risiede nel modo in cui si indica l'efficienza della macchina.

L'efficienza di una pompa di calore elettrica è ¬misurata dal coefficiente di prestazione "C.O.P." che è il rapporto tra energia fornita (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia elettrica consumata. Il C.O.P. è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 3. Questo vuol dire che per 1 kWh di energia elettrica consumato, la macchina fornirà 3 kWh di calore al mezzo da riscaldare. L'efficienza sarà tanto maggiore quanto più è ridotta la differenza tra la temperatura a cui il calore viene ceduto e quella a cui il calore viene assorbito. Quando la temperatura della sorgente fredda è troppo bassa (al di sotto di -5°C) le prestazioni della macchina si riducono sostanzialmente.

L'efficienza di una pompa di calore a gas è ¬misurata dal valore di efficienza di utilizzazione del gas "G.U.E." (Gas Utilization Efficiency), che è il rapporto tra l'energia fornita (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia consumata dal bruciatore. Il G.U.E. è variabile in funzione del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 1,5. Questo vuol dire che per 1 kWh di gas consumato fornirà 1,5 kWh di calore al mezzo da riscaldare. Una pompa di calore

ad assorbimento riesce a funzionare anche con temperature decisamente più basse rispetto a quanto fa una pompa di calore a compressione.

Configurazioni e applicazioni

In una pompa di calore, il mezzo esterno da cui si estrae calore è detto sorgente fredda; il fluido frigorigeno assorbe calore dalla sorgente fredda tramite l'evaporatore. Le principali sorgenti fredde sono:

✓ l'**aria**: esterna al locale da riscaldare, tipicamente l'aria dell'ambiente esterno

✓ l'**acqua**: di falda, di fiume, di lago quando questa è presente in prossimità dei locali da riscaldare e a ridotta profondità

✓ il **terreno**, nel quale vengono inserite a profondità variabile delle specifiche tubazioni relative all'evaporatore (tubazioni chiamate sonde geotermiche).

L'aria o l'acqua da riscaldare sono detti pozzo caldo.

In base alla sorgente e al pozzo utilizzato, si hanno 4 differenti tipologie di pompe di calore:

✓ ARIA-ACQUA la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita dall'aria (esterna) e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di riscaldamento degli ambienti).

✓ ARIA-ARIA la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita dall'aria (esterna) e lo cede al pozzo caldo costituito ancora da aria (quella dell'ambiente riscaldato).

✓ ACQUA-ACQUA la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita da acqua (di lago, fiume o falda) e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di riscaldamento degli ambienti).

✓ ACQUA-ARIA la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita da acqua (di lago, fiume o falda) e la cede al pozzo caldo costituito da aria (quella dell'ambiente riscaldato).

Nonostante l'uso dell'aria esterna presenti l'indubbio vantaggio di essere ovunque disponibile, le pompe di calore che impiegano questa sorgente fredda presentano rendimenti inferiori rispetto alle pompe di calore che sfruttano come sorgente fredda l'acqua e rendimenti stagionali non particolarmente elevati. Questo perché la temperatura cui si trova l'aria esterna non è costante e può raggiungere valori molto bassi nella stagione invernale o molto elevati in quella estiva. Come conseguenza, aumenta la differenza di temperatura tra sorgente fredda e pozzo caldo e questo, come

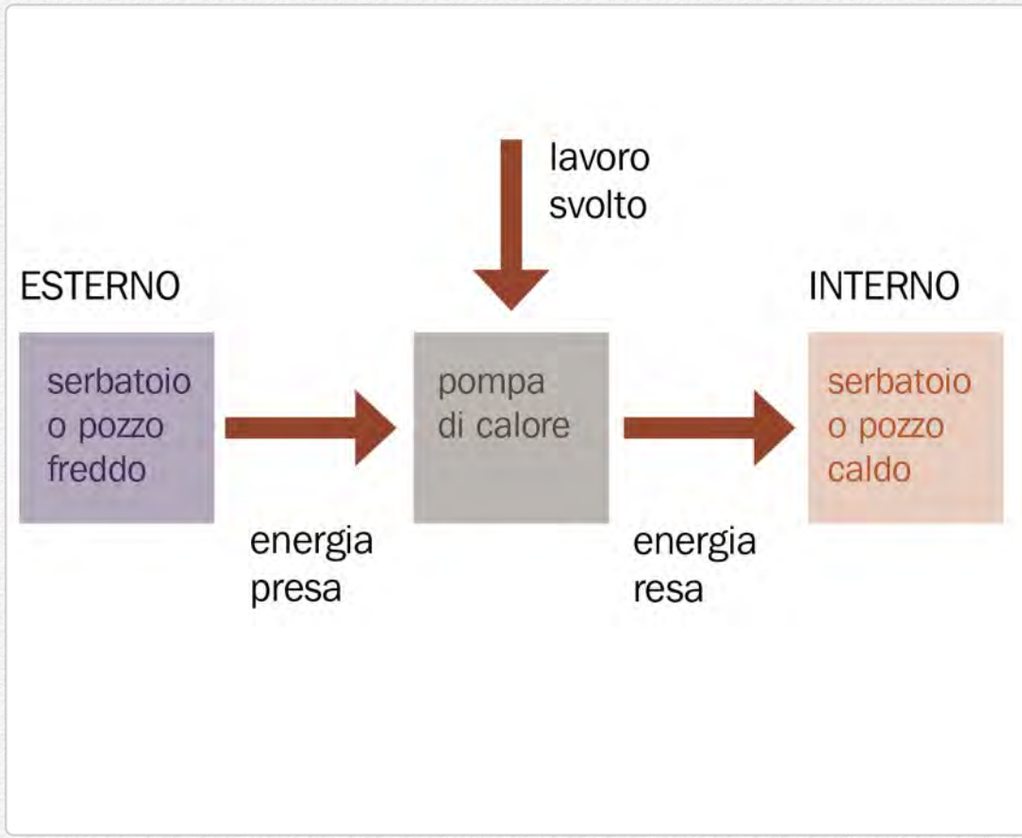
visto in precedenza, influisce negativamente sul rendimento della macchina.

Usare l'acqua di falda come sorgente fredda è invece decisamente più vantaggioso, poiché queste sorgenti subiscono ridotti sbalzi termici durante l'anno.

La scelta della tipologia di sorgente fredda non è un elemento di poco conto. Infatti, se la pompa di calore può essere una macchina che garantisce il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti con innegabili vantaggi economici ed energetici, una errata scelta può riflettersi negativamente in fase di gestione dell'impianto di climatizzazione.

Per riscaldare gli ambienti, si ha la possibilità di scegliere tra la tecnologia a pompa di calore e una caldaia ad alta efficienza (condensazione). In località dove la temperatura dell'aria esterna raggiunga valori bassi (sotto 0), l'uso di una pompa di calore che sfrutti l'aria come sorgente fredda non è particolarmente conveniente, e risulta invece vincente una caldaia ad alta efficienza. Particolarmente conveniente potrebbe essere invece l'uso di una pompa di calore che sfrutti il terreno o l'acqua di falda come sorgente fredda, sebbene questa soluzione costi decisamente di più.

La scelta della tecnologia (assorbimento o compressione) è invece dettata da ragioni di tipo energetico ed ambientale. La tecnologia della pompa di calore a compressione non comporta



Schema di funzionamento di una pompa di calore in regime invernale

infatti nessun tipo di emissione nel sito in cui è installata la macchina (mentre ovviamente, per produrre l'energia elettrica che la fa funzionare, potrebbe essere necessario bruciare combustibile in una centrale termoelettrica). Stessa cosa non si può dire per una pompa di calore ad assorbimento. Tuttavia quest'ultima tecnologia risulta essere vantaggiosa quando si abbia a disposizione del "calore di scarto" ovvero del calore derivante da particolare processi produttivi che non sarebbe

Schema di funzionamento di una pompa di calore in regime estivo (macchina frigorifera)

altrimenti sfruttato e che può in questo caso essere impiegato vantaggiosamente per alimentare il processo ad assorbimento. É questo il caso di quelle utenze collocate nei pressi di impianti industriali che producano grandi quantità di calore da smaltire tutto l'anno: tale calore in eccesso potrebbe essere sfruttato in estate per raffrescare gli ambienti, grazie ad una pompa di calore ad assorbimento.

La pompa di calore è una tecnologia particolarmente matura, e può essere vantaggiosamente impiegata in sostituzione delle tecnologie più tradizionali. Due sono però le condizioni affinché questo si verifichi: siano effettuare le corrette scelte progettuali e si sia pronti ad affrontare costi iniziali di installazione più alti, poi ampiamente ripagati da risparmi energetici in fase di gestione e di utilizzo della macchina.

3.5. Le sorgenti luminose

L’obiettivo di questa scheda è introdurre le problematiche inerenti l’illuminazione degli ambienti e proporre una rassegna di soluzioni tecniche per realizzarla, tradizionali e di più nuova generazione. Infatti per garantire l’adeguato livello di comfort e di fruizione degli ambienti confinati è necessario che questi siano illuminati nel modo corretto.

La luce crea ombre e plasticità, influenza notevolmente la piacevolezza di uno spazio ed è uno dei parametri essenziali del comfort ambientale. La corretta progettazione dell’illuminazione degli spazi rende pertanto possibile ogni attività umana, e al contempo garantisce la corretta percezione di quanto ci circonda. L’illuminazione degli ambienti può essere naturale o artificiale. Nel caso di illuminazione naturale degli ambienti, la variabile principale in gioco è la quantità entrante in ambiente di radiazione luminosa solare, in relazione alla conformazione degli spazi, alle superfici trasparenti, al sito e al periodo dell’anno. Nel caso invece in cui sia un impianto a dover mantenere le corrette condizioni illuminotecniche, diversi elementi vanno considerati qualora si voglia soddisfare i requisiti necessari per lo svolgimento delle funzioni attese. Si deve infatti considerare come l’impianto rende i colori degli oggetti presenti negli ambienti, cosa deve essere illuminato in modo uniforme e cosa deve essere evidenziato con un’illuminazione d’accento, come e dove son collocati i corpi illuminanti, qual è il loro uso previsto e la loro gestione, e quindi i consumi energetici correlati. Un buon progetto illuminotecnico fornisce una risposta completa a tutte queste domande, partendo dall’analisi delle grandezze in gioco quando si parla di illuminazione.

Sorgenti luminose e principali grandezze illuminotecniche

Parlando di illuminazione artificiale degli ambienti si deve introdurre il dualismo imprescindibile tra sorgente illuminante (ovvero la lampada) e l’apparecchio di illuminazione che la ospita. La prestazione conseguente infatti è strettamente correlata al funzionamento combinato di entrambi questi elementi.

Gli apparecchi possono essere caratterizzati dalla loro ottica di emissione (ovvero, come viene emessa la luce) e dal loro rendimento, che fornisce il rapporto tra la luce prodotta dalla lampada e quella effettivamente resa in ambiente.

Le lampade possono essere suddivise in base al loro funzionamento in incandescenti, a scarica nei gas e nelle più moderne ed innovative sorgenti a LED che stanno fortemente penetrando nel mercato.

Le lampade ad incandescenza sfruttano il principio per cui un corpo conduttore, attraversato da corrente elettrica, si surriscalda ed emette radiazione luminosa. Le lampade a scarica nei gas invece sfruttano il principio della luminescenza: l'emissione luminosa è dovuta a cause chimiche e fisiche, e non termiche. La radiazione è infatti conseguente all'urto di particelle, percorse da scariche elettriche, di un gas o di un vapore. Semplificando, è un fenomeno analogo a quello del fulmine che illumina il cielo. I LED sono invece dei diodi formati da materiali semiconduttori. Il loro funzionamento sarà analizzato in modo più dettagliato nel prosieguo.

Ci si soffermi sulle prime differenze esistenti tra sorgenti ad incandescenza e sorgenti a scarica nei gas. Le sorgenti ad incandescenza hanno un funzionamento che può essere paragonato a quello del Sole: illuminano in quanto surriscaldate. Evidentemente, parte dell'energia impiegata per ottenere l'effetto luminoso viene trasformata non in luce visibile, ma in radiazione non visibile, nel campo dell'infrarosso o dell'ultravioletto. L'immediata conseguenza è che solo il 10%-20% dell'energia impiegata viene effettivamente sfruttato per illuminare gli ambienti. La luce che si ottiene da queste sorgenti è generalmente di un bianco caldo, molto vicina a quella del sole.

Le lampade a scarica nei gas hanno un efficienza luminosa decisamente superiore. Poiché non si ha un fenomeno di surriscaldamento come con le lampade ad incandescenza, non si ha emissione di radiazioni infrarosse, principali responsabili del fenomeno termico. Possono però esserci delle radiazioni ultraviolette, i cui effetti potrebbero essere sgraditi. La radiazione ultravioletta è infatti in grado di alterare gli oggetti illuminanti a causa della capacità di attivazione delle reazioni fotochimiche. La luce emessa da una lampada a scarica nei gas è differente in base alla particolare soluzione tecnologica scelta. Le lampade a scarica nei gas si contraddistinguono infatti per una luce che non sempre è bianca. Questo fatto può avere un'immediata ripercussione sulla percezione degli ambienti e dei colori degli oggetti in essi contenuti: per oggetti illuminati da luce non bianca si ha un'alterazione nella percezione dei colori.

Gli aspetti tecnici sopra evidenziati trovano riscontro nei parametri caratterizzanti una lampada, facenti riferimento alle principali grandezze fotometriche in gioco. Il primo elemento che contraddistingue una lampada risponde alla domanda "quanta luce emette?". La quantità di luce prodotto da una lampada viene espressa attraverso il flusso luminoso emesso (misurato in lumen) e attraverso l'intensità luminosa, misurata in candele, che consente di calcolare la densità del flusso luminoso in una data direzione.

Il flusso luminoso globalmente emesso è necessario per valutare la quantità di luce che giunge sulle varie superfici di un

ambiente, e che quindi rende l'effetto utile richiesto. Tale parametro è riassunto nell'illuminamento, misurato in lux. Il lux è l'illuminamento che si ha su un metro quadrato di superficie di lavoro interessata da un flusso di un lumen. La normativa italiana fissa dei requisiti precisi di illuminamento nei vari ambienti in base alla destinazione d'uso dei medesimi e delle funzioni attese al loro interno.

L'intensità luminosa è invece utile per valutare la quantità di luce emessa o riflessa da una superficie, parametro riassunto dalla luminanza, misurata in candele al metro quadrato, e necessaria per valutare la presenza di fenomeni di abbagliamento. Questo aspetto, spesso trascurato, è invece fondamentale nell'illuminazione degli spazi. Infatti, tanto all'esterno quanto all'interno di un edificio, le funzioni attese possono essere svolte se vi è la quantità giusta di luce, e se non vi sono fenomeni di abbagliamento che rendono difficile o addirittura impossibile la visione. L'abbagliamento può essere:

✓ molesto: quando si hanno superfici molto luminose rispetto al contesto, e per le quali la visione non è impedita ma è estremamente disagevole (ad es. una luce molto intensa in un ambiente poco illuminato)

✓ perturbatore: quando la sorgente è talmente intensa da oscurare la vista (un faro puntato ad esempio)

✓ da saturazione: quando si guardano superfici troppo luminose (e si è obbligati all'uso degli occhiali da sole)

✓ da adattamento: quando si passa da una zona buia ad una molto luminosa, ad esempio all'uscita da una galleria

Evitare fenomeni di abbagliamento deve essere il primo obiettivo che si deve porre chi si accinge a progettare o gestire l'illuminazione di ambienti confinati. Per fare questo è importante dedicare particolare attenzione alla tipologia di lampade scelte, agli apparecchi utilizzati per alloggiarle e alla loro collocazione. Il tutto avendo cura di garantire il corretto illuminamento e i desiderati effetti di illuminazione.

La quantità di luce presente in ambiente non è però sufficiente per garantire il comfort. È infatti importante riuscire a distinguere i colori in modo chiaro, senza alterazioni, e questo dipende dalla luce utilizzata. A tal proposito si utilizza l'indice di resa cromatica (indicato come IRC o Ra), espresso come numero da 0 a 100: maggiore è il valore, maggiore è la restituzione fedele dei colori degli oggetti illuminati. Qualora i requisiti illuminotecnici siano particolarmente severi, l'indice di resa cromatica è necessario essere superiore a 90.

La luce inoltre si caratterizza per la sua tonalità, che molto influenza la percezione che si ha degli spazi. Tale parametro viene espresso attraverso la temperatura di colore correlata (acronimo TTC). Questa esprime in Kelvin la temperatura che

dovrebbe avere un corpo nero per emettere una luce dello stesso colore e di quella della lampada in esame. Secondo le raccomandazioni UNI 10380 una sorgente è:

✓ bianco-calda (W) se TTC < 3300 K

✓ bianco-neutra (I) se TTC compreso tra 3300 K e 5300 K

✓ bianco-fredda (C) se TTC > 5300 K

L'illuminazione degli spazi si sviluppa nel tempo, e proprio secondo tale ulteriore variabile deve essere considerata.

Il primo aspetto da considerare è relativo al comportamento delle lampade nel tempo e alla loro capacità di garantire la prestazione luminosa. Si utilizza a tal proposito il decadimento del flusso luminoso come parametro per esprimere quale sia, in percentuale, il flusso luminoso di una lampada al termine della sua durata media. La durata media di una lampada è il tempo dopo cui, date un certo numero di lampade di prova tutte uguali, il 50% di queste cessa di funzionare. Ad esempio se si hanno 100 lampade caratterizzate da durata media 12000 ore (circa 2 anni di funzionamento continuo 24 ore su 24) e un decadimento del flusso luminoso del 60%, significa che dopo 12000 ore si avranno solo 50 lampade funzionanti e in grado di emetter un flusso luminoso che è il 60% di quello iniziale.

Queste indicazioni sono fondamentali per poter programmare la manutenzione e la sostituzione delle lampade, in modo da garantire sempre valori ottimali di illuminamento e al contempo, contenere i costi relativi alla gestione degli spazi. Il contenimento dei costi può essere minimizzato scegliendo inoltre lampade caratterizzate da un elevato rendimento luminoso, espresso come lumen prodotti per unità di potenza impiegata (efficienza luminosa, η = [lm/W]). Le lampade ad incandescenza hanno rendimenti luminosi decisamente bassi, che non vanno oltre i 20 lm/W. Maggiore è invece il rendimento delle lampade a scariche nei gas, con rese decisamente superiori che possono variare mediamente tra i 40 lm/W e i 150 lm/W.

Ultimo aspetto di peculiare importanza per poter valutare l'uso di una lampada è il tempo impiegato per accenderla ed eventualmente riaccenderla. Se l'accensione e la riaccensione delle lampade ad incandescenza è infatti immediata, un'analoga operazione non è possibile per le lampade a scarica nei gas per le quali i lassi temporali oscillano tra pochi secondi e alcuni minuti.

La tabella seguente cerca di riassumere per le varie tipologie di lampade in commercio le principali caratteristiche.

Lampada	Flusso luminoso (lm)	TTC (K)	Ra (-)	Durata media	Decadimento flusso luminoso (%)	Efficienza luminosa (lm/W)	Tempo di accensione e riaccensione
Incandescenza tradizionali	Da 100 a 5000	Circa 2700	100	Circa 1000	88	Da 8 a 16	immediato
Incandescenza alogene	Da 60 a 50000	Circa 2700 - 3000	100	Da 2000 a 4000	94	Da 14 a 28	immediato
Fluorescenti lineari	Da 100 a 5000	Circa 2700 - 6800	Da 50 a 98	Circa 10000	Da 70 a 80	Da 40 a 100	Alcuni secondi
Fluorescenti compate	Da 100 a 5000	Circa 2700-6500	Da 76 a 90	Da 6000 a 15000	Da 75 a 90	Da 40 a 75	Alcuni secondi
Ioduri metallici	Da 100 a 5000	Circa 2700 - 6700	Da 60 a 95	Da 4500 a 20000	60	Da 80 a 100	Alcuni minuti
Vapori di mercurio ad alta pressione	Da 100 a 5000	Circa 2700 - 4200	Da 35 a 70	Da 12000 a 24000	45	Da 35 a 60	Alcuni minuti
Vapori di sodio ad alta pressione	Da 100 a 5000	Circa 2000 - 2500	Da 25 a 80	Da 10000 a 32000	70	Da 35 a 50 (Ra >80) Da 65 a 130 (Ra 25)	Alcuni minuti
Vapori di sodio a bassa pressione	Da 100 a 5000	-	nullo	14000	90	Da 100 a 200	Alcuni minuti

Tipologie e caratteristiche delle lampade in commercio

Illuminazione: aspetti conservativi e di fruizione

Le esigenze fondamentali con cui si deve confrontare il progetto di illuminazione del museo riguardano sia la corretta conservazione degli oggetti esposti che la fruizione da parte del pubblico: pertanto la corretta progettazione degli spazi espositivi deve mirare ad un compromesso tra queste necessità.

Le condizioni di illuminazione sono un aspetto fondamentale per la conservazione delle collezioni e vanno considerate sia a livello generale per l'ambiente che per quanto riguarda l'illuminazione all'interno della singola vetrina o per quella di accento. Le radiazioni elettromagnetiche visibili e non visibili (ultraviolette UV ed infrarosse IR) assumono un ruolo importante per la conservazione degli oggetti. Oltre al parametro quantitativo dell'illuminamento, che dovrebbe essere contenuta tra valori da 50 a 150 lux in relazione alla sensibilità alla luce dei materiali, si tende oggi a controllare sia la presenza e l'intensità energetica delle radiazioni UV (che sono responsabili di fenomeni di degrado fotochimici - scolorimento dei pigmenti colorati e delle fibre tessili, screpolamento delle vernici, scollamento degli strati pittorici, cedimento dei supporti e perdita di resistenza meccanica delle fibre) sia l'esposizione energetica intesa come prodotto del valore di illuminamento per le ore di esposizione alla luce.

Per quanto riguarda in particolare l'illuminazione, in relazione agli oggetti da esporre, si fa riferimento in particolare a due testi:

✓ UNI 10829/1999, *Beni di interesse storico artistico. Condizioni ambientali di conservazione. Misurazione ed analisi*

Bene di interesse storico ed artistico	θ_0	$\Delta\theta_{max}$	u_0 [1]	Δu_{max}	E_{max}	UV_{max}	LO_{max}
MATERIALI/OGGETTI DI NATURA ORGANICA							
Manufatti artistici di carta, cartapesta, veline, tappezzerie[2]	da 18 a 22	1,5	da 40 a 55	6	50	75	0,2
Tessuti, velari, tendaggi, tappeti, tappezzerie in stoffa, arazzi, seta, costumi, abiti, paramenti religiosi, materiali in fibra naturale, sisal, juta[3]	da 19 a 24	1,5	da 30 a 50	6	50	75	0,2
Cere, cere anatomiche[4]	< 18	NR[5]	NR[5]	NR[5]	150	75	-
Erbari e collezioni	da 21 a 23	1,5	da 45 a 55	2	50	75	0,2
Collezioni entomologiche	da 19 a 24	1,5	da 40 a 60	6	50	75	0,2
Animali e organi anatomici conservati in formalina	da 15 a 25	-	NR[5]	NR[5]	50	75	0,2
Animali, organi anatomici essiccati, mummie	da 21 a 23	1,5	da 20 a 35	-	50	75	0,2
Pellicce, piume, animali ed uccelli impagliati	da 4 a 10	1,5	da 30 a 50	5	50	75	0,2
Disegni, acquerelli, pastelli e simili su supporto cartaceo	da 19 a 24	1,5	da 45 a 60	2	50	75	0,2
Collezioni etnografiche, maschere, cuoio, indumenti di cuoio	da 19 a 24	1,5	da 45 a 60	6	50	75	0,2
Dipinti su tela, pitture a olio su tela e canovaccio, tempere, guazzi	da 19 a 24	1,5	da 40 a 55	6	150	75	0,5
Documenti archivistici su carta o pergamena, papiri, manoscritti, volumi a stampa, collezioni filateliche	da 13 a 18	-	da 50 a 60	5	150[6]	75[6]	-
Legature di libri con pelle o pergamena	da 19 a 24	1,5	da 45 a 55	6	50	75	0,2

1) Adottare un valore possibilmente fisso scelto tra gli estremi.
2) Nel caso di materiale in tensione sono da preferirsi i valori di umidità relativa (u) più elevati.
3) Nel caso di materiale in tensione sono da preferirsi i valori di umidità relativa (u) più bassi.
4) Nel caso di cere supportate, fare riferimento alle indicazioni relative ai singoli materiali di supporto.
5) NR = Non rilevante.
6) Solo per consultazione.

Nota - Le condizioni ambientali qui riportate per oggetti di natura organica e misti, tengono conto solo della natura chimico-fisica del materiale costituente. In certi casi mantenere l'oggetto nelle condizioni ambientali riportate, oppure portarvelo quando proviene da condizioni diverse, può risultare molto pericoloso. Per proporre un valore di u_0 è indispensabile tenere conto almeno dei seguenti fattori: l'invecchiamento e gli eventuali trattamenti subiti dai materiali prima della lavorazione, le condizioni ambientali alle quali il manufatto è stato sottoposto nel corso del tempo, le eventuali situazioni di sollecitazione meccanica a cui è soggetto.

Prospetto A.1 della norma UNI 10829/1999 #1

✓ D.M. 10 maggio 2001, *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*

Nell'Appendice A della norma UNI 10829, *Beni di interesse storico artistico. Condizioni ambientali di conservazione. Misurazione ed analisi*, del luglio 1999 vengono indicati, oltre al valore di illuminamento massimo (Emax) consigliato per ogni

continua dalla pagina precedente

Bene di interesse storico ed artistico	θ_0	$\Delta\theta_{max}$	u_0 [1]	Δu_{max}	E_{max}	UV_{max}	LO_{max}
MATERIALI/OGGETTI DI NATURA ORGANICA							
Lacche, mobili intarsiati, decorati o laccati	da 19 a 24	1,5	da 50 a 60	4	50	75	0,2
Sculture policrome di legno, legno dipinto, pitture su legno, icone, pendole di legno, strumenti musicali di legno	da 19 a 24	1,5	da 50 a 60	4	50	75	0,2
Sculture di legno non dipinte, oggetti di vimini, pannelli di legno o corteccia	da 19 a 24	1,5	da 45 a 60	4	150	75	0,5
MATERIALI/OGGETTI DI NATURA INORGANICA							
Porcellane, ceramiche, grès, terracotta, tegole non da scavo e da scavo se demineralizzate	NR[5]	-	NR[5]	10	NR[5]	-	-
Pietre, rocce, minerali, meteoriti (porosi) stabili	da 19 a 24	-	da 40 a 60	6	NR[5]	-	-
Mosaici di pietre, pietre, rocce, minerali, meteoriti (non porosi), fossili e collezioni di pietre[7]	da 15 a 25	-	da 20 a 60	10	NR[5]	-	-
Metalli, metalli levigati, leghe metalliche, argenti, armature, armi, bronzi, monete, oggetti in rame, stagno, ferro, acciaio, piombo, peltri[8]	NR[5]	-	< 50	-	NR[5]	-	-
Metalli con siti di corrosione attivi	NR[5]	-	< 40	-	NR[5]	-	-
Ori	NR[5]	-	NR[5]	-	NR[5]	-	-
Gesso	da 21 a 23	1,5	da 45 a 55	2	150	75	0,5
Vetri instabili, iridescenti, sensibili, mosaici di vetro sensibili	da 20 a 24	1,5	da 40 a 45	-	150	75	0,5
OGGETTI MISTI							
Pittura murale, affreschi, sinopie (staccate)	da 10 a 24	-	da 55 a 65	-	NR[5]	-	-
Pitture murali a secco (staccate)	da 10 a 24	-	da 50 a 45	-	150	75	0,2
Avori, corna, collezioni malacologiche, uova, nidi, coralli	da 19 a 24	1,5	da 40 a 60	6	150	75	0,5
Dischi fonografici	da 10 a 21	-	da 40 a 55	2	-	-	-
Fibre sintetiche	da 19 a 24	-	da 40 a 60	-	50	75	0,2
Film, fotografie a colori[9]	da 0 a 15	-	da 30 a 45	-	50	75	0,2
Film, fotografie in bianco e nero[9]	da 0 a 15	-	da 30 a 45	-	150	75	0,2
Nastri magnetici (esclusi nastri per computer e videotape)[9]	da 5 a 15	-	da 40 a 60	-	-	-	-
Oggetti di materiali organici provenienti da zone di scavo umide (prima del trattamento)[10]	< 4	-	in aria satura	-	-	-	-
Materie plastiche	da 19 a 24	-	da 30 a 50	-	< 300	75	-

1) Adottare un valore possibilmente fisso scelto tra gli estremi.
5) NR = Non rilevante.
7) Valori di umidità relativa molto specifici (dipende dai campioni).
8) Nel caso di oggetti costituiti da parti metalliche diverse tra loro saldate, oscillazioni di temperatura possono produrre effetti dannosi.
9) In mancanza di indicazioni specifiche del produttore.
10) Allo scopo di prevenire attacchi biologici sono necessarie temperature ridotte (dell'ordine di 4 °C), immediati trattamenti antisettici e/o condizioni particolari di conservazione.

Nota - Le condizioni ambientali qui riportate per oggetti di natura organica e misti, tengono conto solo della natura chimico-fisica del materiale costituente. In certi casi mantenere l'oggetto nelle condizioni ambientali riportate, oppure portarvelo quando proviene da condizioni diverse, può risultare molto pericoloso. Per proporre un valore di u_0 è indispensabile tenere conto almeno dei seguenti fattori: l'invecchiamento e gli eventuali trattamenti subiti dai materiali prima della lavorazione, le condizioni ambientali alle quali il manufatto è stato sottoposto nel corso del tempo, le eventuali situazioni di sollecitazione meccanica a cui è soggetto.

Prospetto A.1 della norma UNI 10829/1999 #2

tipo di materiale, la massima quantità di radiazione ultravioletta (UVmax) e la dose massima di luce annuale (LOmax) ammissibili. Si riporta qui il prospetto A.1 della norma UNI

10829/1999. In evidenza i valori legati all'illuminazione con riferimento particolare agli oggetti esposti dal museo.

Il D.M. 10 maggio 2001 propone categorie di fotosensibilità (molto bassa-media-alta-molto alta) per le quali sono individuati limiti analoghi a quelli della sopracitata norma. Si riporta qui di seguito la tabella di riferimento.

Per i materiali più sensibili si suggerisce ad esempio, di prevedere anche una rotazione dei beni esposti per limitare quanto più possibile l'esposizione alla luce oppure di dotare le sale espositive di sistemi di spegnimento automatici della luce in assenza di visitatori.

Nel caso di vetrine museali è preferibile il posizionamento delle sorgenti luminose a bordo o in esterno in modo tale da evitare fenomeni di surriscaldamento che non devono superare un gradiente termico superiore a 3°C.

Per quanto concerne la fruizione da parte del pubblico, occorre progettare il sistema di illuminazione tenendo presente una serie di parametri, che concorrono alla determinazione dell'effetto percettivo desiderato:

✓ uniformità o disuniformità di illuminamento

✓ resa cromatica delle sorgenti

✓ tonalità della luce

Categoria di fotosensibilità		Illuminamento massimo (lux)
1. Molto bassa	Reperti e manufatti relativamente insensibili alla luce: metalli, materiali lapidei e stucchi senza strato di finitura, ceramiche, gioielleria, smalti, vetri, vetrate policrome, reperti fossili.	Superiore a 300 ma con limitazioni sugli effetti termici in particolare per stucchi, smalti, vetrate e fossili.
2. Media	Reperti e manufatti moderatamente sensibili alla luce: piture ad olio e a tempera verniciate, affreschi, materiali organici non compresi nei gruppi 3 e 4 quali quelli in corno, osso, avorio, legno.	150
3. Alta	Reperti e manufatti altamente sensibili alla luce: tessili, costumi, arazzi, tappeti, tappezzaria, acquerelli, pastelli, stampe, libri, cuoio tinto, pitture e tempere non verniciate, pittura a guazzo, pitture realizzate con tecniche miste o 'moderne' con materiali instabili, disegni a pennarello, piume, pelli e reperti botanici, materiali etnografici e di storia naturale di origine organica o tinti con prodotti vegetali, carta, pergamena, legni bagnati.	50
4. Molto alta	Reperti e manufatti relativamente insensibili alla luce: sete, inchiostri, coloranti e pigmenti a maggior rischio di scoloritura come lacche ecc.	50

Categorie di fotosensibilità secondo il D.M. 10 maggio 2001

✓ controllo dell'abbagliamento

✓ resa del contrasto

✓ distribuzione delle luminanze

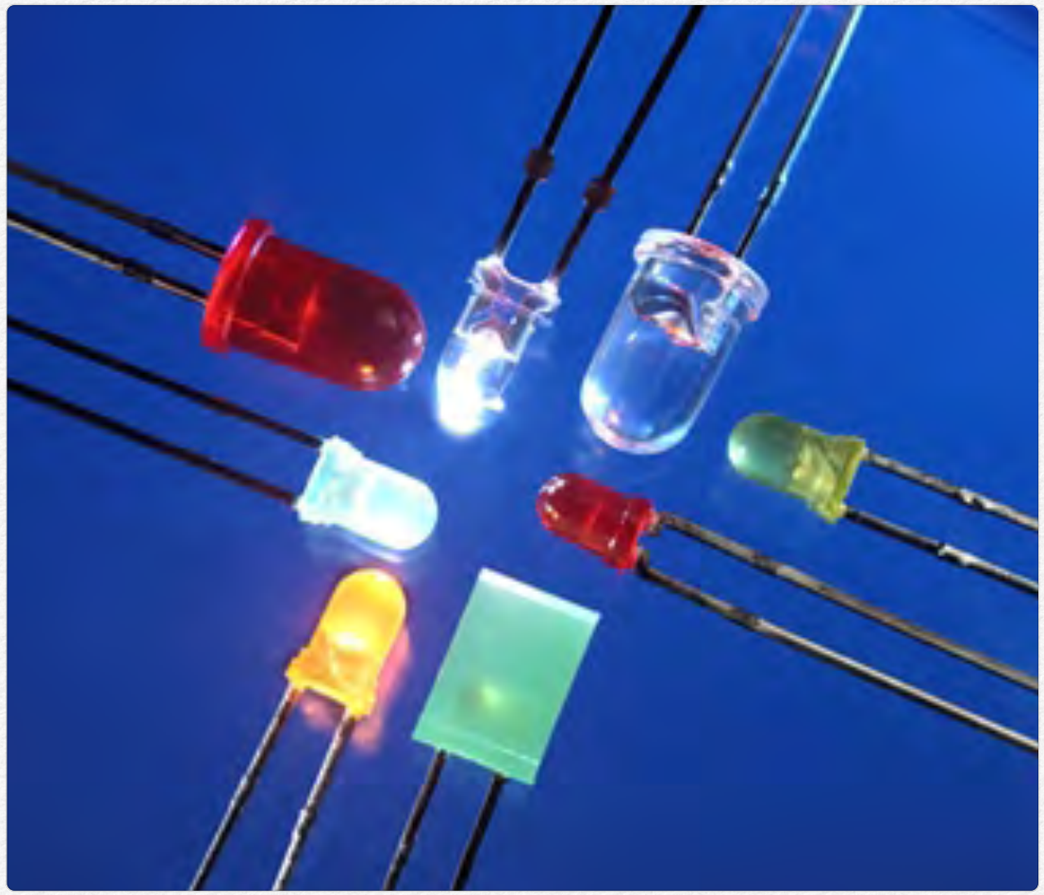
I LED

Il termine LED è l'acronimo di Light Emitting Diode (diodo ad emissione luminosa). Il primo LED è stato sviluppato nel 1962 da Nick Holonyak Jr.

Il dispositivo sfrutta le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni (e quindi radiazione luminosa) se sollecitati dal passaggio di energia elettrica.

Il colore della radiazione emessa è funzione dell'energia emessa, e quindi del semiconduttore impiegato. Nel 1979 un ricercatore statunitense, Jerry Laidman, aveva sfruttato il principio che prevede di mescolare LED di almeno tre colori differenti per ottenere svariati effetti cromatici. Bilanciando le intensità relative si possono ottenere così luci di qualsiasi colore, compresa la luce bianca. I LED RGB così derivati rappresentano attualmente il metodo più efficace per ottenere luce bianca: non c'è dispersione dei fotoni prodotti, la resa cromatica è superiore a 95 e l'efficienza si aggira sui 30-40 lm/W. La tecnologia è però abbastanza complessa e dispendiosa, e raramente viene utilizzata.

Intorno alla metà degli anni 90 si avvia quell'innovazione che permetterà successivamente di impiegare più diffusamente i LED, anche per l'illuminazione di ambienti. In Giappone, presso il centro ricerche dell'azienda di componenti elettroniche Nichia, si riesce a sviluppare un metodo per ottenere luce bianca a



Esempio di alcuni LED, caratterizzati da differenti tecnologie di realizzazione e differente resa

partire da LED blu Questi ricoperti da polveri fosforescenti in grado di trasformare parte della luce blu in luce di colore giallo (complementare del blu), generano una miscela luminosa percepita dall'occhio umano come bianca. Dal 2000 un'altra possibilità tecnologica è a disposizione per produrre luce bianca: la combinazione di LED UV (ultravioletti), con fosfori in grado di assorbire e trasformare in luce bianca la radiazione ultravioletta.

Sorgenti luminose che implementano la tecnologia LED e possono essere impiegate in sostituzione di sorgenti tradizionali ad incandescenza

La tecnologia a LED è in rapido e costante sviluppo, poiché vi sono i presupposti per realizzare l'illuminazione degli spazi con minori consumi e con risultati più soddisfacenti.

Attualmente i LED non hanno ancora totalmente soppiantato le lampade tradizionali, poiché le potenze sviluppabili con apparecchi a LED non son ancora in grado di raggiungere i flussi luminosi necessari in molte applicazioni (ad es. l'illuminazione di grandi spazi espositivi).

I LED sono hanno però come proprietà vincente quella di essere caratterizzati da un'efficienza luminosa apprezzabilmente superiore a quella delle lampade ad incandescenza e, al contempo, da una resa cromatica migliore rispetto a molte lampade a scarica nei gas: la maggior efficienza energetica è da ricollegarsi in parte alla tecnologia, in parte ad una maggior concentrazione del flusso luminoso nella direzione voluta. Questo implica un'illuminazione molto più precisa. Occorre però prestare grande attenzione alla fase di progettazione, per evitare possibili rischi di abbagliamento o di mancanza di uniformità di illuminamento.

Un altro fatto da considerare è la possibile differenza di prestazioni tra condizioni di laboratorio e reali. I LED sono caratterizzati da una durata media molto alta se valutata alle condizioni standard realizzate in laboratorio (si parla di 100000 ore). Tuttavia, nelle reali condizioni di funzionamento, può accadere che una tensione di alimentazione troppo alta, unita a condizioni di temperatura ed umidità elevate, accelerari il decadimento del materiale.

Ad una maggiore vita utile è associato naturalmente un maggior costo degli apparecchi a LED rispetto a quelli tradizionali: occorre quindi sempre effettuare una analisi economica comparativa tra le due possibili alternative [vfr. A.

Quattroccolo, S. Schiavone, *Nuove tecnologie per l'illuminazione artificiale: i diodi ad emissione luminosa*, Relatore Chiara Aghemo, Politecnico di Torino, 2005; C. Aghemo, A. Pellegrino, L. Rollino, *Ottimizzazione energetico-ambientale dell'illuminazione pubblica in Val Pellice*, Torino 2010].

I LED son considerati sorgenti che non emettono calore. Questa affermazione non è totalmente vera, poiché, seppur non comparabile rispetto a quanto avviene con lampade ad incandescenza, soprattutto per i LED ad alta luminosità esiste dopo ore di utilizzo una rilevabile produzione termica, da considerare tanto per il riscaldamento indotto all'interno degli ambienti, tanto per la possibile ricaduta sul funzionamento del LED stesso (l'aumento di temperatura può peggiorarne la resa).

Un analogo discorso può essere sviluppato per la produzione di raggi UV, da cui i LED parrebbero essere non interessati. Questo non è vero solo per i LED di tipo RGB (i più costosi sul mercato), mentre le altre tecnologie basano il loro funzionamento proprio sull'uso di raggi UV.

La fedeltà dei colori restituiti dalla luce bianca di un LED è si di buon livello, ma non adeguata a qualunque applicazione, poiché comunque non è ancora ai livelli delle lampade ad incandescenza che hanno Ra pari a 100. Attualmente, si hanno degli indici di resa cromatica pari a 70-80, molto buoni se paragonati con quelli di lampade a scarica nei gas, ma non

Lampada	Flusso luminoso (lm)	TTC (K)	Ra	Durata media (h)	Decadimento flusso luminoso (%)	Efficienza luminosa (lm/W)	Tempo di accensione e di riaccensione
LED (ULTRA WHITE)	variabile in funzione della tensione di alimentazione	6.500	80	oltre 50.000	-	da 30 a 100 circa	immediato
LED (WHITE)	variabile in funzione della tensione di alimentazione	5.600	80	oltre 50.000	-	da 30 a 100 circa	immediato
LED (COOL WHITE)	variabile in funzione della tensione di alimentazione	da 4.500 a 10.000	da 60 a 70	oltre 50.000	-	da 80 a 130 circa	immediato

Tabella tratta da cataloghi Osram e Philips

ancora sufficienti a rendere in tutto la tecnologia a LED alternativa alle tecnologie attualmente più diffuse.

La presente tabella, costruita sfruttando le informazioni fornite dai principali produttori di LED, cerca di riassumere le caratteristiche tecniche di questa particolare tecnologia.

Gli impianti per la sicurezza

Sommario

4.1. La rivelazione degli incendi
4.2. Lo spegnimento incendi
4.3. Impianti di protezione dalle intrusioni non autorizzate
4.4. Videosorveglianza: le nuove regole del garante della privacy

4.1. La rivelazione degli incendi

La prevenzione incendi è definita dal DLgs 81 come la funzione di preminente interesse pubblico diretta a conseguire gli obbiettivi di sicurezza della vita umana, incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente

In particolare per gli edifici pubblici e privati, di interesse artistico e storico destinati a contenere, musei, gallerie, collezioni, oggetti di interesse culturale o manifestazioni culturali, o a contenere biblioteche ed archivi per i quali si applicano le disposizioni contenute nella legge 1º giugno 1939, n. 1089, sono stati emanati due decreti specifici: il DM 569/92 e il DM 418/95.

Questi decreti prescrivono l'obbligatorietà dell'istallazione di impianti fissi di rilevazione automatica di incendio che devono essere collegati a dispositivi di allarme percepibili in ambienti presidiati.

Questi impianti devono essere mantenuti in efficienza secondo controlli programmati, con tempi e modi previsti in ottemperanza alla norma UNI 11224 norma il cui riferimento è bene citare nella scheda di manutenzione redatta dal manutentore.

La difficoltà nell'istallazione di questi impianti è nell'impatto delle apparecchiature con ambienti di rilevanza storico artistica, nella realizzazione dei collegamenti e nella gestione dei falsi allarmi.

Componenti del sistema

Un sistema di rilevazione incendi si compone di un cervello, la centrale di controllo la quale, una volta acquisito un segnale da un rilevatore (automatico o manuale) invia l'allarme a vari dispositivi (sonori, luminosi, telefonici, spegnimento incendi, etc.).

Rivelatore: è il componente del sistema che contiene almeno un sensore che costantemente o ad intervalli frequenti sorveglia almeno un fenomeno fisico e/o chimico associato all'incendio e fornisce il segnale di allarme alla centrale di controllo.

Pulsante di segnalazione manuale: è il componente utilizzato per la segnalazione manuale dell'allarme. L'azionamento dell'allarme avviene con la rottura o lo spostamento di un elemento fragile sulla superficie del pulsante.

Centrale di controllo e segnalazione: è il componente del sistema che riceve i segnali dai rivelatori ad essa collegati e determina se tali segnali corrispondono alla condizione di allarme incendio. Se esiste la condizione di allarme incendio, la

Esempio di pulsante di segnalazione manuale

indica con segnali ottici e acustici e localizza la zona di pericolo. Sorveglia il funzionamento corretto del sistema e segnala eventuali anomalie. Invia il segnale di allarme incendio ai dispositivi di allarme, e al sistema automatico antincendio.

Dispositivo di allarme incendio: è il componente che segnala l'allarme incendio, per esempio sirene, segnali luminosi, pannelli ottico-acustici, etc.

Esempio di dispositivo di allarme incendio

Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio: è l'apparecchiatura intermedia (ad esempio combinatore telefonico o modem) che trasmette il segnale di allarme dalla centrale di controllo ad una stazione remota.

I rivelatori

I *rivelatori di fumo*, sensibili alle particelle dei prodotti della combustione e/o pirolisi sospesi nell'atmosfera;

I *rivelatori di calore e temperatura*, sensibili all'innalzamento della temperatura;

I *rivelatori di fiamma*, sensibili alla radiazione emessa dalle fiamme di un incendio.

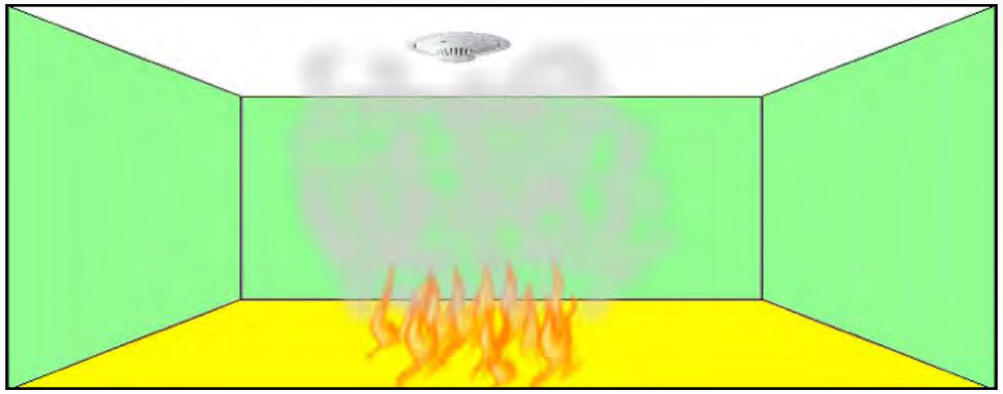
I rilevatori più frequentemente utilizzati in ambienti museali sono:

Rivelatori puntiformi ottici. All'interno di questi rivelatori c'è una sorgente di luce nel campo dell'infrarosso (in genere un LED) posta in una zona nella quale può entrare il fumo. Una parte ricevente sensibile alla luce infrarossa (fotodiodo) è posta in una camera attigua alla parte emittente, ma non può riceverne il segnale perché è otticamente schermata da una parete e da un labirinto ottico. La presenza del fumo, che ha la possibilità di entrare nel rivelatore, riflette la luce emessa dal LED ad infrarossi, creandogli un percorso fino al ricevitore, il quale emette così il segnale di allarme

Se l'incendio, per la tipologia dei materiali in combustione, produce soprattutto fiamma e poco fumo, tali rivelatori non sono i più adatti.

Le caratteristiche del rilevatore ottici di fumo:

✓ reagisce al fumo visibile / buona reazione ai fuochi covanti / reagisce male a materiali la cui combustione produce molta fiamma e poco fumo

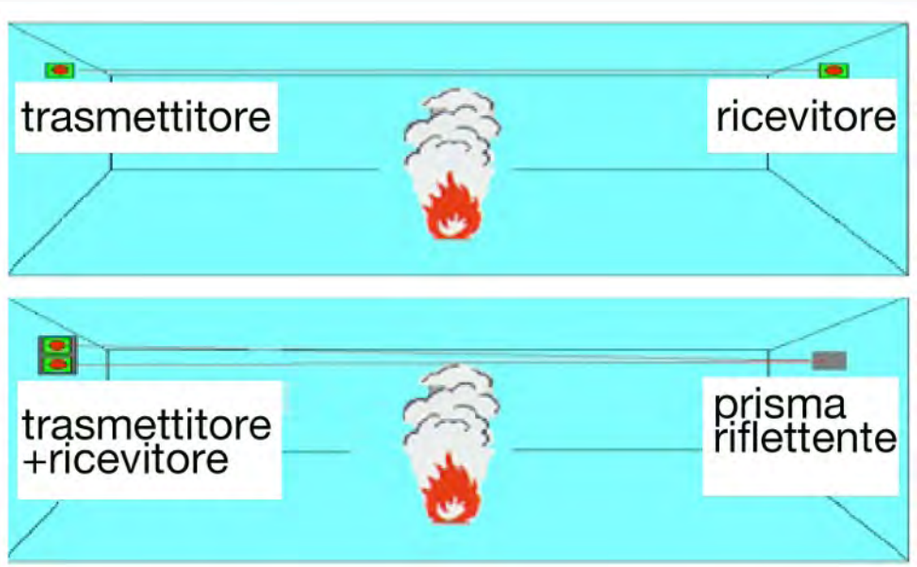


Meccanismo di funzionamento dei rivelatori puntiformi termo-velocimetrici

Le possibili cause di falso allarme

✓ vapore / produzione di polveri

Rivelatori puntiformi termovelocimetrici (rilevatore di calore). Questo rivelatore sente la velocità di variazione della temperatura all'interno dell'ambiente. Se la temperatura varia notevolmente in tempi brevi il rivelatore innesca l'allarme.



Meccanismo di funzionamento dei rivelatori lineari

Rivelatori lineari. Il rivelatore di fumo lineare è costituito da un trasmettitore e da un ricevitore alloggiati o all'interno dello stesso contenitore e quindi abbinati ad un catarifrangente, oppure fisicamente separati. Nel primo caso la distanza tra rivelatore e catarifrangente può arrivare a poche decine di metri, mentre nella versione con trasmettitore e ricevitore separati si può arrivare anche a coprire distanze di diverse

decine di metri. Il trasmettitore invia un raggio di luce infrarossa con una specifica frequenza ed intensità, il ricevitore misura l'intensità del raggio ricevuto, se il raggio è oscurato dalla presenza di fumo, il sensore del ricevitore è colpito da un'intensità inferiore al normale e genera un allarme. È un rivelatore ideale per la copertura di grandi aree con soffitti molto alti dove l'installazione e la manutenzione di rivelatori puntiformi può risultare difficoltosa. È diffuso in musei chiese, mostre d'arte, biblioteche, etc.

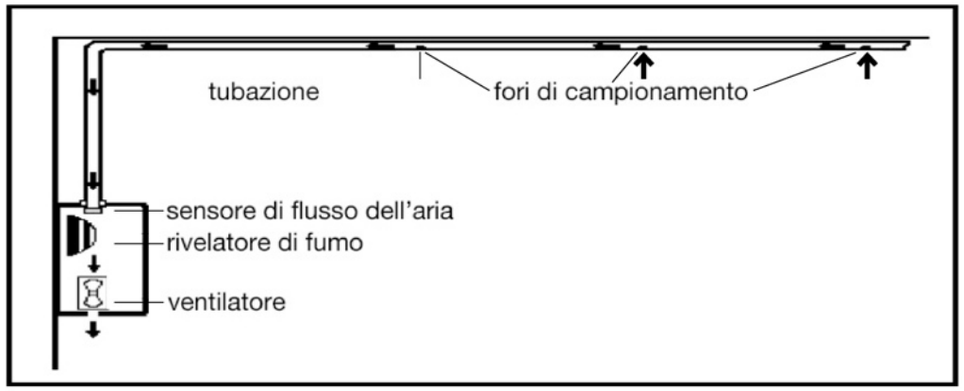
Le caratteristiche delle barriere lineari sono:

✓ installazione semplificata / funzionamento anche per riflessione / copertura di ampie superfici

Le possibili cause di falsi allarmi consistono in:

✓ assestamenti della struttura e disallineamento del raggio/ oscuramento dovuto a nebbia/polvere/ interposizione di ostacoli sul raggio.

Sistema a campionamento d'aria. È un sistema di rivelazione incendi che, tramite la realizzazione di una rete di tubazioni poste nell'ambiente da controllare, aspira continuamente l'aria presente e la analizza tramite una camera di analisi. Il rivelatore può essere posto in una posizione anche lontana rispetto all'area da proteggere, in quanto un sistema di aspirazione



Schema del sistema di campionamento d'aria

(posto nel locale da proteggere) si occupa di prelevare il fumo e di convogliarlo verso il rivelatore.

Rivelatori puntiformi all'infrarosso (rilevatore di fiamma). Il principio di funzionamento é basato sulla rivelazione della radiazione infrarossa emessa da una fiamma. Sono in grado di rivelare entro pochi secondi una fiamma prodotta da un

incendio entro il loro campo visivo. In genere sono dotati di filtri ottici previsti per lasciare passare la radiazione infrarossa e bloccare le altre radiazioni luminose, come la luce del sole, o l'illuminazione artificiale.

Rivelatori puntiformi all'ultravioletto (rilevatore di fiamma). Il principio di funzionamento é basato sulla rivelazione della radiazione ultravioletta emessa da una fiamma. Sono adatti per impianti di rivelazione antincendio dove la velocità d'intervento é di primaria importanza e trova particolare applicazione nei luoghi dove si presume che un incendio possa svilupparsi in modo rapido.

Il punto debole dei rivelatori di fiamma è che devono "vedere" la fiamma, cosa problematica quando si sviluppa molto fumo o addirittura quando ci sono nell'ambiente, ostacoli che impediscono la visione diretta. Non sono quindi adatti a locali con presunto sviluppo di fumo durante l'incendio.

Il punto forte invece è la loro velocità di intervento.

4.2. Lo spegnimento incendi

Per gli edifici pubblici e privati che, nella loro globalità, risultino formalmente sottoposti a tutela ai sensi della legge 1 giugno 1939, n. 1089 (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 184 dell'8 agosto 1939), destinati a contenere biblioteche ed archivi.

Il DM 418/95 prescrive l'obbligatorietà degli impianti si spegnimento automatico nei depositi delle biblioteche o archivi in edifici storici con carico di incendio superiore a 50Kg/mq.

Gli impianti a sprinkler

I sistemi di spegnimento automatici ad acqua Sprinkler, o sistemi di spegnimento a pioggia, sono realizzati in ottemperanza alla norme (UNI e NPFA).

Il sistema sprinkler è costituito da una rete di tubazioni costantemente in pressione di acqua (sistemi a umido) o di aria (sistemi a secco) alle quali sono collegate le testine sprinkler chiuse dagli elementi sensibili al calore.

La rete di tubazione è collegata ad una sorgente idrica con funzione di garantire l'alimentazione di acqua agli sprinkler, con caratteristiche di portata, pressione e durata predeterminate. La caratteristica base del sistema sprinkler sta nel suo funzionamento completamente automatico. Il

Esempio di sprinkler

sistema sprinkler basa il suo successo sulla semplicità del suo funzionamento, la testina sprinkler infatti riunisce in un unico elemento, la funzione di rivelazione dell'incendio e di inizio dell'intervento di contrasto.

Esempio di spegnimento ad acqua nebulizzata

Lo spegnimento ad acqua nebulizzata (water mist)

I sistemi Water Mist sono impianti ad acqua nebulizzata ad alta pressione. L'acqua così finemente suddivisa è tale da consentire una combinazione di effetti:

✓ il raffreddamento;

✓ l'inertizzazione;

✓ il blocco della trasmissione del calore radiante.

L'efficienza di questi sistemi è garantita da particolari pompe ed ugelli che sono in grado di atomizzare l'acqua in finissime gocce.

Erogare l'acqua in gocce del diametro di pochi micron permette di accelerare il processo di raffreddamento delle fiamme, la saturazione dell'incendio. L'acqua si sostituisce all'ossigeno che alimenta la combustione.

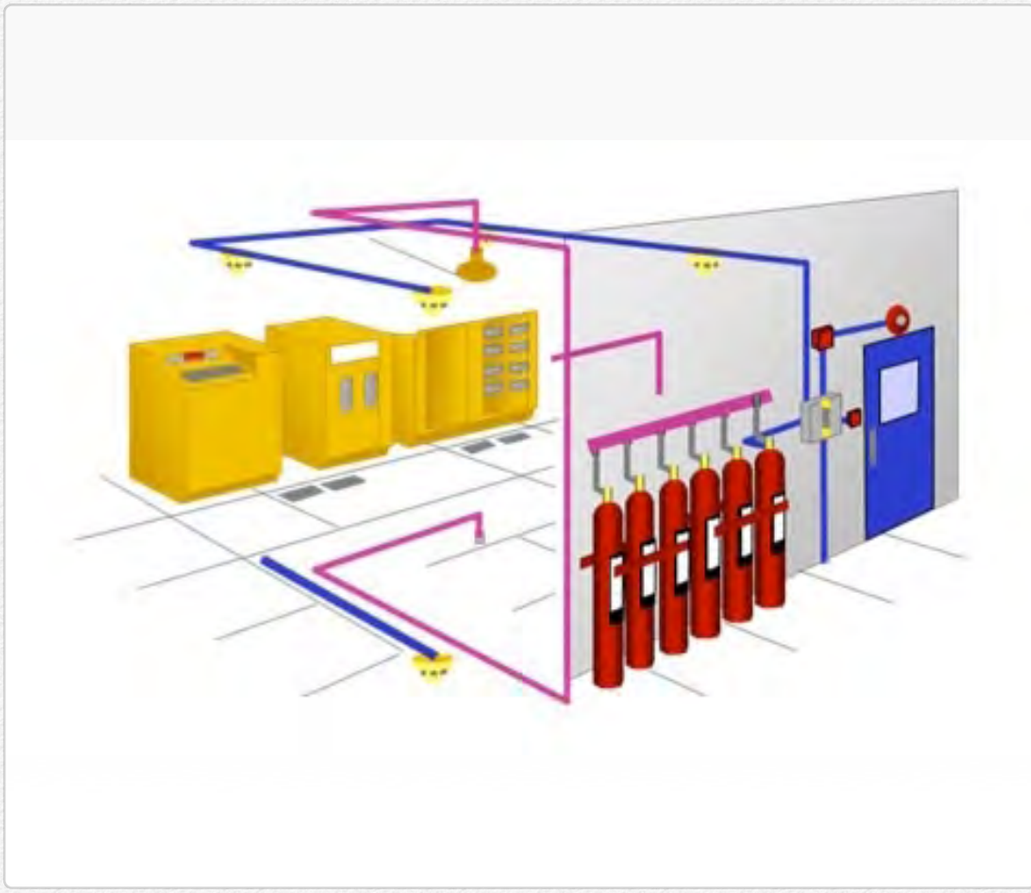
Inoltre grazie alle alte pressioni le quantità d'acqua in gioco sono ridotte rispetto ai sistemi Sprinkler tradizionali.

Un altro aspetto dei sistemi a nebulizzazione di acqua è che il fuoco viene normalmente spento a una concentrazione di ossigeno innocua di circa il 16-18% in volume.

I sistemi di spegnimento a gas

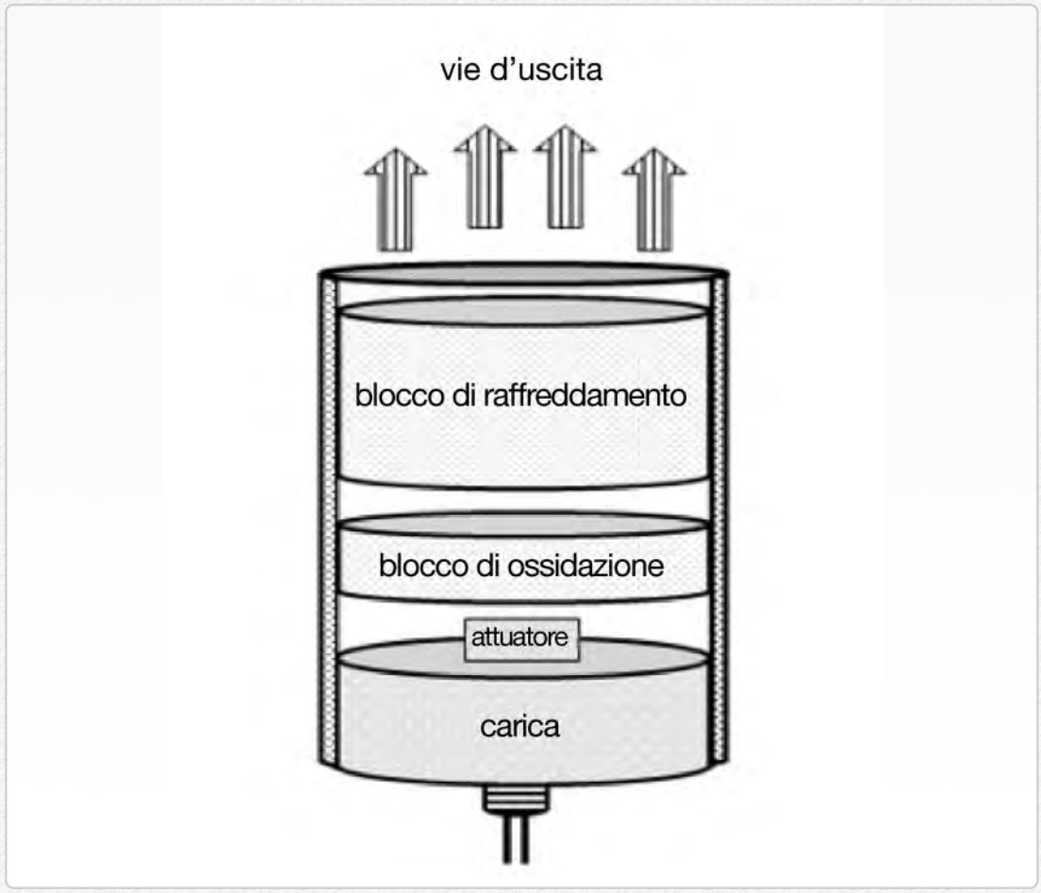
L'impianto di spegnimento incendi a gas basa il suo funzionamento sulla soppressione dell'incendio per insufficiente presenza di comburente, a seguito di una scarica opportunamente dimensionata e distribuita di un gas (o di miscele di gas) inerte.

Si tratta quindi di un sistema "one shot", che ha, per così dire, un solo "colpo" a disposizione per evitare l'insorgere di un incendio.



Esempio di sistema di spegnimento a gas

La permeabilità dell'ambiente è uno degli elementi critici per il dimensionamento della scarica perché si presenta spesso come uno dei parametri più difficili da valutare. Finestre antiche, tetti o solai in legno, controsoffitti devono essere attentamente valutati per consentire il funzionamento del sistema. Elemento ancora più critico può essere una non idonea chiusura delle porte di accesso ai locali protetti.



Esempio di sistema pirotecnico

I sistemi pirotecnici di soppressione degli incendi ad aerosol

I generatori di aerosol, sia installati singolarmente che installati in combinazioni multiple possono essere attivati in maniera automatica da un sistema di rivelazione incendi, con soglia di preallarme e ritardo di scarica, oppure in maniera manuale.

Un generatore di aerosol è un'unità estinguente autonoma che contiene una forma di aerosol composto, il quale, durante un processo controllato di combustione all'interno del generatore, produce un agente estinguente di aerosol ultra fine

Una carica solida stabile di aerosol che forma la composizione è contenuta all'interno del generatore. Su attivazione dell'attuatore, la carica inizia una combustione controllata producendo un aerosol ultra fine. L'aerosol passa attraverso una serie di ossidazioni e di filtri di raffreddamento, dove la temperatura dell'aerosol viene rapidamente ridotta prima che fuoriesca attraverso i fori di scarico del generatore.

4.3. Impianti di protezione dalle intrusioni non autorizzate

La tutela dell'edificio museo e delle opere in esso conservate da intrusioni non autorizzate può essere immaginato come un insieme che articola la sua efficienza su diversi livelli di protezione:

✓ la deterrenza: scoraggiare facili accessi (barriere, cancelli, vincoli fisici)

✓ la rilevazione: istallazione di un sistema di allarme degli accessi non autorizzati (sensori di rilevazione)

✓ il ritardo: rallentare l'accesso dell'intruso ai beni protetti (segnalazioni ottico acustiche)

✓ la verifica: accertamento che non si tratti di un falso allarme (illuminazione, sistemi di TVCC)

✓ le contromisure: allertare la vigilanza e le forze dell'ordine

La composizione di un impianto di controllo intrusione e di protezione del museo da quelle non autorizzate (rilevazione, ritardo, verifica e contromisure) è formato da una centrale di allarme, che gestisce tutti i comandi ed i vari componenti dell'impianto, alla quale sono collegati dei rilevatori (di movimento, di temperatura, di calpestio, di contatto, ecc.), uno o più sistemi di segnalazione (sirene, luci, combinatori telefonici, attivatori, ecc.) ed eventualmente altri sistemi complessi come gli impianti di videosorveglianza, di controllo remoto, ed altri.

Quindi un impianto di rilevazione intrusioni ha il compito di segnalare in modo automatico degli eventi che richiederebbero, senza di esso, la presenza permanente di personale addestrato e formato alla funzione di sorveglianza.

Data la sua importanza, l'impianto necessita sempre di un sistema di alimentazione ausiliario, tale da garantire la funzionalità di tutti i componenti del sistema per un tempo prestabilito nel caso, per motivo doloso o per eventi esterni, dovesse mancare l'elettricità che solitamente lo alimenta.

Naturalmente fondamentale per la efficienza del sistema è la manutenzione che garantisca la continuativa efficienza dell'impianto.

La *centrale di allarme* è il cuore del sistema, acquisisce input dall'esterno, gli elabora, decide le azioni conseguenti ed invia gli opportuni output, che possono essere ad esempio far suonare una sirena, attivare un lampeggiante, chiamare

telefonicamente qualcuno, chiudere delle porte e qualunque altra azione: il limite è solo la fantasia ed il costo.

La scelta di una centrale piuttosto che un altra non è indifferente. Infatti ogni centrale ha delle caratteristiche proprie che impongono poi le scelte sui componenti abbinabili e sulle funzioni svolgibili dalla centrale stessa.

Non esiste una centrale che riunisce in se tutte le caratteristiche positive sul mercato, anche perché ovviamente alcune di esse sono solitamente antitetiche (centrali evolute e prezzo basso, layout di dimensioni contenute ed espandibilità, ecc.).

A grandi linee comunque le centrali si distinguono per il numero di ingressi ed uscite per sensori via filo (4, 8, 32, ecc.), per zone supportabili (4, 8, ecc.), per possibilità di utilizzo o meno di sensori e componenti wireless, per il tipo di comunicazione esterna per la programmazione ed il controllo (RS232, USB, Ethernet, ecc.) e per l'integrazione o meno di funzioni come combinatori telefonici (PSTN o GSM), ricevitori wireless, inseritori ed altro.

È buona norma comunque privilegiare centrali espandibili oltre l'uso previsto inizialmente, pena poi in futuro dover sostituire questo componente con tutte le sue conseguenze tecniche ed economiche.

I *rilevatori* o *sensori* sono l'occhio della centrale di allarme ed hanno il compito di rilevare l'evento che gli si chiede di segnalare. I sensori possono essere a singola tecnologia o multipla (solitamente doppia tecnologia) a seconda che utilizzino uno o più metodi in combinazione tra loro per il rilevamento di un eventi. Tipici sono i sensori di movimento a doppia tecnologia in cui un sensore infrarosso ed uno a microonde collaborano per individuare e segnalare un intruso che stia passando nel suo raggio di azione. I sensori possono essere da interno o da interno/esterno, a seconda del grado di protezione offerto agli agenti atmosferici e dalle tecnologie utilizzate per evitare falsi allarmi

La protezione volumetrica e perimetrale

La protezione volumetrica permette la rilevazione di movimenti all'interno di un'area di estensione variabile a seconda del tipo di sensore. Tipicamente si realizza con sensori ad infrarossi (che risentono cioè delle variazioni di temperatura nell'ambiente indotte dal corpo umano) oppure a microonda (che rilevano la variazione di riflessione delle microonde che emettono). Le due tecnologie sono spesso integrate a bordo del medesimo sensore. A volte può essere necessario installare sensori dotati anche di una tecnologia atta a proteggere il sensore stesso da attacchi come l'accecamento e il cambio di orientamento, questo tipo di protezione interviene anche se l'impianto è disinserito.

I sensori da interno hanno costi contenuti e prestazioni molto elevate anche grazie alle buone condizioni in cui si trovano generalmente a lavorare.

I sensori da esterno invece hanno costi maggiori dovuti alla maggiore capacità di copertura e ad alcune caratteristiche che permettono al sensore stesso di adattarsi a condizioni particolari come il repentino cambio di temperatura, l'esposizione alle intemperie e la discriminazione di eventi come il movimento di piante, di animali, di banchi di nebbia ecc.

Il principale vantaggio della protezione volumetrica sta nel fatto che è possibile coprire intere aree con un unico sensore (ad esempio un'intera stanza di un ufficio o una sala espositiva).

La protezione perimetrale interna si realizza abitualmente mediante l'utilizzo di contatti magnetici (esterni o ad incasso) su porte, finestre, veneziane, cancelli, portoni. Appositi sensori di tipo inerziale o microfonico permettono poi la rilevazione dei tentativi di sfondamento di vetrate o di rimozione di barriere fisiche come le inferriate.

Si stanno diffondendo anche barriere ad infrarossi o microonda, questo sistema è si economicamente più dispendioso ma permette di tenere i serramenti aperti senza compromettere eccessivamente la sicurezza dell'impianto.

I vantaggi delle protezioni perimetrali interne sono la possibilità di rilevare il tentativo di intrusione quando questo è ancora in corso sul perimetro dell'area da proteggere e l'identificazione precisa dell'ingresso (porta, finestra, ecc) interessato.

I rivelatori

Di solito è la voce relativa ai rilevatori (sensori) quella che più incide sul costo di un impianto di allarme.

Il sensore (o rilevatore) è un dispositivo in grado di convertire un' alterazione di uno stato fisico stazionario in segnale elettrico, che viene poi trasferito alla centrale e da questa elaborato. Quasi tutti i rivelatori sono dotati di un' auto protezione, tramite la quale la manomissione o il guasto vengono segnalati alla centrale che, in tali casi, si dispone immediatamente in stato di allarme. I sensori si possono suddividere in passivi ed attivi, a seconda che comprendano un solo rivelatore dello stato fisico oppure una coppia emettitore-rivelatore.

A seconda del tipo di protezione che i sensori sono chiamati ad attuare, possono essere suddivisi in:

✓ perimetrici, quando rilevano uno spostamento, apertura o rottura dell' oggetto sul quale sono applicati;

Esempio di rilevatori perimetrali magnetici per protezione ante apribili: a sinistra contatto magnetico da esterno; a destra contatto magnetico da incasso

✓ lineari, quando viene interrotto il loro fascio di protezione per oscuramento del trasmettitore;

✓ volumetrici, quando rilevano presenze o movimenti entro il volume protetto.

Esempio di rilevatori perimetralidi rottura del vetro: a sinistra rilevatore microfonico; a destra rilevatore vibrazione

I rivelatori perimetrali

Sono dei rivelatori passivi costituiti da un contatto elettrico il cui stato di riposo (contatto normalmente chiuso) viene modificato in conseguenza di un tentativo di intrusione.

Vengono utilizzati per protezione perimetrali, ad esempio per segnalare l'ingresso presidiando porte e finestre. Funzionano come normali interruttori di un impianto di illuminazione, nel

senso che, in condizioni normali, essi mantengono chiusa una linea, mentre ne rilevano l' apertura in caso di intrusione.

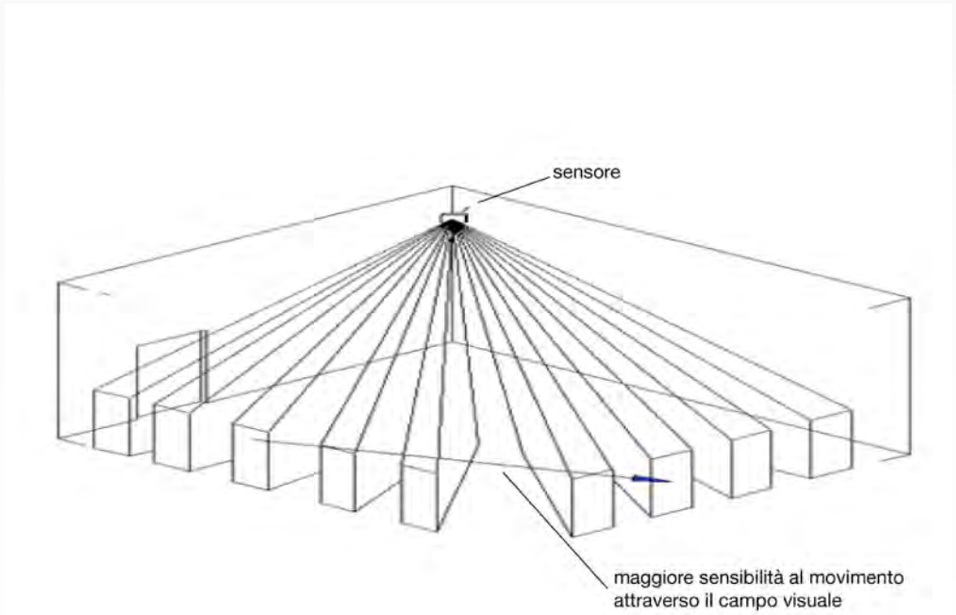
Questi rivelatori possono essere elettromeccanici od elettromagnetici si possono istallare a vista o ad incasso, a seconda delle caratteristiche fisiche e funzionali della struttura (metallica, legno, porta, saracinesca, ecc.).

I contatti elettromeccanici, oramai, si usano solamente in casi particolari in quanto soggetti a usura e ad ossidazione. Molto più usato, anche perché più affidabile, è invece il contatto elettromagnetico, detto comunemente rivelatore magnetico.

I rivelatori volumetrici ad infrarosso

Sono dispositivi che rilevano il cambiamento dell' energia termica (misurata nella gamma dell' infrarosso) presente nella zona controllata. Cambiamento dovuto al passaggio di una persona la cui temperatura corporea è diversa da quella dell' ambiente ove questa transita.

I sensori ad infrarosso passivo contengono un complesso sistema ottico che consente di eseguire il rilevamento sotto angoli prestabiliti (da pochi gradi, fino a 90°), all' interno di un certo numero di zone, permettendo così di individuare la presenza di "corpi caldi" in movimento



Schema di rivelatore volumetrico ad infrarosso

I rivelatori volumetrici a microonde

Sono dei rivelatori attivi che impiegano un trasmettitore e un ricevitore a microonde. Il trasmettitore irradia energia elettromagnetica ad una certa frequenza mentre il ricevitore confronta la frequenza dei segnali riflessi con quella trasmessa, rivelando eventuali differenze; dopo adeguata elaborazione viene inviato un segnale alla centrale.

I rivelatori volumetrici a doppia tecnologia

Sono rivelatori volumetrici realizzati associando, generalmente, su di un unico circuito un dispositivo all'infrarosso passivo ed una microonda. La rilevazione di una persona in transito nel locale sorvegliato da entrambi i dispositivi comanda l'allarme.

Dato il diverso principio di rilevamento, e differente sensibilità alle cause che possono provocare degli allarmi tecnici, dei due dispositivi questa soluzione associata garantisce un alto grado di immunità ai disturbi in quanto la carenza dell' uno viene controllata dall'altro e viceversa.

Gli avvisatori d'allarme

Sono dispositivi, pilotati dalla centrale, che segnalano lo stato anomalo dell' impianto; possono essere acustici e ottici.

Uno molto diffuso utilizzato negli impianti di allarme è costituito dalla sirena, che può essere da interni (in questo caso suona quando viene alimentata dalla centrale in caso di allarme) o da esterno (la sirena suona anche quando viene a mancare l'alimentazione dalla centrale e vi sopperisce una batteria interna alla sirena stessa). Il taglio del cavo che unisce centrale e sirena genera un allarme acustico immediato.

I segnalatori ottici sono dispositivi che hanno la funzione principale di permettere la localizzazione immediata del segnalatore acustico, e quindi dell' impianto in stato di allarme.

I combinatori telefonici

Sono degli apparati che servono ad avvisare utenti remoti. I combinatori posso essere o meno integrati con la centrale di allarme, posso avere o meno la possibilità di memorizzare uno o più messaggi vocali personalizzati da abbinare agli eventi, possiedono uno o più ingressi che ampliano il loro uso, hanno o meno la possibilità di comandare, su input remoto, altre utenze collegate.

Alcuni combinatori, oltre a poter inviare SMS di avviso, hanno anche la possibilità di inviare MMS, ovvero messaggi contenenti un'immagine tratta magari da un telecamera dell'impianto di videosorveglianza. Naturalmente anche il combinatore deve essere alimentato in modo tale da non interrompere il suo funzionamento in caso di mancanza di elettricità nel luogo in cui è ubicato.

4.4. La video sorveglianza

Tutto ciò che può consentire una visione remota dello svolgersi dell'attività del museo, dal controllo degli affollamenti fino a quello di una corretta fruizione del bene museo/opera da parte dei visitatori, non può che agevolarne una gestione ordinata.

In realtà la motivazione principale perché venga decisa l' istallazione di un impianto di TVCC è senz'altro quella di protezione del bene e di dissuasione delle violazioni.

L'offerta di prodotti e di soluzioni dalle più semplici alle più sofisticate è vastissima e la scelta da compiere non è semplice ed è innanzitutto necessario definire il risultato che si attende dall'impianto.

La norma CEI En 50132-7 definisce le dimensioni del soggetto / oggetto sul monitor in rapporto al compito che diamo all'impianto. Compiti definiti come identificazione, riconoscimento, rilevamento o monitoraggio.

Le dimensioni minime raccomandate sono:

✓ per l'identificazione, il soggetto/oggetto dovrebbe essere rappresentare non meno del 120% dell'altezza dello immagine

✓ per il riconoscimento, il soggetto/oggetto dovrebbe rappresentare non meno del 50% dell'altezza dell'immagine

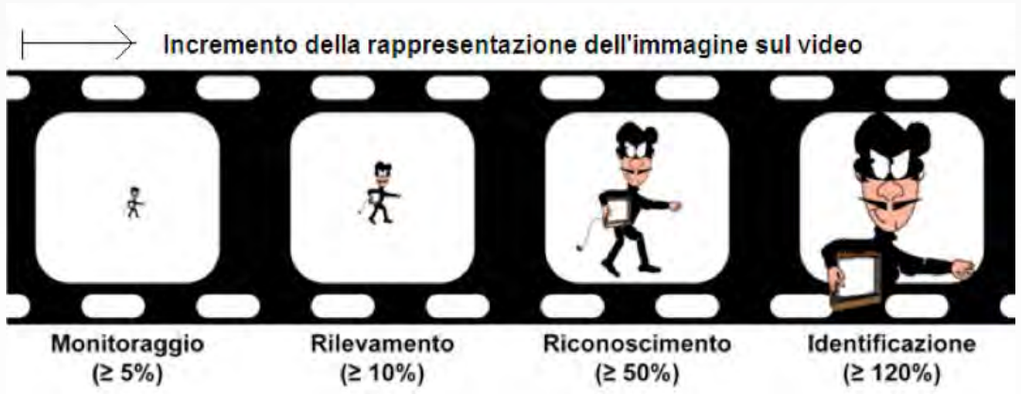
✓ per il rilevamento di un intruso, il soggetto/oggetto dovrebbe rappresentare non meno del 10% dell'altezza dell'immagine.

È necessario chiarire che questa definizione è riferita ad un test di valutazione dell'impianto (Test di Rotakin) che si effettua con l'utilizzo di una sagoma di dimensione definite ed ad una specifica risoluzione.

Stabilita la qualità del risultato atteso la quantità invece dei risultati attesi determina il numero di telecamere necessarie.

Gli spazi da sorvegliare, la posizione dove si vuole installare ogni telecamera, i requisiti della telecamera, le potenzialità della registrazione delle immagini sono tutti aspetti che indirizzano l'identificazione dei prodotti necessari alla realizzazione dell'impianto e dei suoi componenti telecamere, video registratori, monitor, accessori.

In linea generale le telecamere possono distinguersi tra fisse e mobili (DOME). Queste possono essere a colori o in bianco e nero ed essere in grado di riperdere anche in ore notturne (NIGHT and DAY), attivarsi alla rilevazione di movimenti e nel caso anche emettere un allarme. Le telecamere motorizzate (DOME) possono seguire uno o più movimenti programmati od inseguire in ripresa qualunque oggetto / soggetto. Oggi



Livelli di rappresentazione dell'immagine sul video

esistono modelli di videocamere, chiamate IP cam, che possono essere controllate da un computer remoto. Questi modelli di videocamere sono associati ad un indirizzo IP e sonocollegate alla rete come qualunque pc. Questo significa che da un qualunque computer o palmare, digitando l'indirizzo IP della cam in un browser, si può visualizzare la zona posta sotto sorveglianza.

Il video registratore DVR assume un'importanza almeno pari a quella delle telecamere e come per la telecamere la sua scelta non semplice.

La selezione del DVR può dipendere dal numero di canali e dalla quantità di telecamere che è possibile collegare, di solito in multipli di 4 (4, 8, 16, 32). Dal Frame per secondo (FPS) in registrazione che esprime il numero di fotogrammi totali scattati in un secondo.

Dalla capacità dell'Hard Disk che è la capacità massima che l'Hard Disk supporta. Importante se è necessario mantenere uno storico delle registrazioni.

Attenzione però che l'utilizzo dell'impianto di videosorveglianza avvenga sia nel rispetto delle regole del Garante della Privacy, che di quelle di tutela dei lavoratori.

Videosorveglianza: le nuove regole del garante della privacy

L’Autorità Garante per la protezione dei dati personali ha varato le nuove regole per i soggetti (pubblici e privati) che hanno installato telecamere e sistemi di videosorveglianza.

Per adeguarsi alle nuove disposizioni è stato fissato un periodo variabile, a seconda degli adempimenti, da un minimo di sei mesi ad un massimo di un anno. Il provvedimento sostituisce quello del 2004.

Le regole fissate dal Garante in sintesi

Informativa

I cittadini che transitano nelle aree sorvegliate devono essere informati con cartelli della presenza delle telecamere, i cartelli devono essere resi visibili anche quando il sistema di videosorveglianza è attivo in orario notturno. Nel caso in cui i sistemi di videosorveglianza installati da soggetti pubblici e privati (esercizi commerciali, banche, aziende etc.) siano collegati alle forze di polizia è necessario apporre uno specifico cartello (allegato n. 2), sulla base del modello elaborato dal Garante.

Conservazione

Le immagini registrate possono essere conservate per periodo limitato e fino ad un massimo di 24 ore. Per attività particolarmente rischiose (es. banche) è ammesso un tempo più ampio, che non può superare comunque la settimana.

Settori di particolare interesse

Sistemi integrati: per i sistemi che collegano telecamere tra soggetti diversi, sia pubblici che privati, o che consentono la fornitura di servizi di videosorveglianza “in remoto” da parte di società specializzate (es. società di vigilanza, Internet providers) mediante collegamento telematico ad un unico centro, sono obbligatorie specifiche misure di sicurezza (es. contro accessi abusivi alle immagini). Per alcuni sistemi è comunque necessaria la verifica preliminare del Garante.

Sicurezza urbana: i Comuni che installano telecamere per fini di sicurezza urbana hanno l’obbligo di mettere cartelli che ne segnalino la presenza, salvo che le attività di videosorveglianza siano riconducibili a quelle di tutela specifica della sicurezza pubblica,prevenzione, accertamento o repressione dei reati. La conservazione dei dati non può superare i 7 giorni.

Sistemi intelligenti: per i sistemi di videosorveglianza “intelligenti” dotati di software che permettono l’associazione di immagini a dati biometrici (es. “riconoscimento facciale”) o in grado, ad esempio, di riprendere e registrare automaticamente comportamenti o eventi anomali e segnalarli (es. “motion detection”) è obbligatoria la verifica preliminare del Garante.

Violazioni al codice della strada: obbligatori i cartelli che segnalino i sistemi elettronici di rilevamento delle infrazioni. Le telecamere devono riprendere solo la targa del veicolo (non quindi conducente, passeggeri,eventuali pedoni). Le fotografie o i video che attestano l’infrazione non devono essere inviati al domicilio dell’intestatario del veicolo.

Deposito rifiuti: lecito l’utilizzo di telecamere per controllare discariche di sostanze pericolose ed “eco piazzole” per monitorare modalità del loro uso, tipologia dei rifiuti scaricati e orario di deposito.

Settori specifici

Luoghi di lavoro: le telecamere possono essere installate solo nel rispetto dello norme in materia di lavoro. Vietato comunque il controllo a distanza dei lavoratori, sia all’interno degli edifici, sia in altri luoghi di prestazione del lavoro (es. cantieri, veicoli).

Ospedali e luoghi di cura: Vietata la diffusione di immagini di persone malate mediante monitor quando questi sono collocati in locali accessibili al pubblico. È ammesso, nei casi indispensabili, il monitoraggio da parte del personale sanitario dei pazienti ricoverati in particolari reparti, ma l’accesso alle immagini deve essere consentito solo al personale autorizzato e ai familiari dei ricoverati.

Istituti scolastici: ammessa l’installazione di sistemi di videosorveglianza per la tutela contro gli atti vandalici, con riprese delimitate alle sole aree interessate e solo negli orari di chiusura.

Taxi: le telecamere non devono riprendere in modo stabile la postazione di guida e la loro presenza deve essere segnalata con appositi contrassegni.

Trasporto pubblico: lecita l'installazione su mezzi di trasporto pubblico e presso le fermate, ma rispettando limiti precisi (es.angolo visuale circoscritto, riprese senza l'uso di zoom).

Webcam a scopo turistico: la ripresa delle immagini deve avvenire con modalità che non rendano identificabili le persone.

Soggetti privati

Tutela delle persone e della proprietà: contro possibili aggressioni, furti, rapine, danneggiamenti, atti di vandalismo, prevenzione incendi, sicurezza del lavoro ecc. si possono installare telecamere senza il consenso dei soggetti ripresi, ma sempre sulla base delle prescrizioni indicate dal Garante.

Viene riportato nella seconda parte della terza sezione del presente manuale il **decreto del Garante**.

La check list per l'autodiagnosi energetica

2

Ogni museo è in grado di valutare lo stato di fatto dell'edificio che lo ospita, dalle strutture agli impianti, per poter intraprendere un percorso relativo alla riduzione dei consumi e al miglioramento degli standard.

La check-list per l'autodiagnosi energetica

È stata sviluppata una scheda di valutazione basata sulla raccolta delle informazioni energetiche e impiantistiche caratteristiche del Museo. Questo strumento di indagine, sviluppato ad hoc per il patrimonio museale è stato partecipato nella sua realizzazione con gli operatori del settore coinvolti in tali tematiche. Esso permetterà agli enti proprietari e gestori dei Musei, anche tramite un sistema di auto-valutazione, di monitorare e valutare lo stato di fatto dei propri istituti con particolare riferimento alla efficienza della "macchina-museo" al fine di stabilire successivamente una adeguata programmazione degli interventi per la struttura museale in esame.

Lo strumento si presenta come schede in formato Excel con:

- domande chiuse tipo si/no o aperte in numero limitato;

- spazio note aperto per meglio esplicitare i casi specifici.

Essa è dotata di una guida alla compilazione e gli argomenti di indagine riguardano:

✓ informazioni generali;

✓ informazioni sull' involucro edilizio;

✓ aspetti distributivi;

Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

✓ dettagliate schede sugli impianti (centrali energetiche, climatizzazione, elettrici, d'illuminazione, di comunicazione, di sicurezza);

✓ tipologie di contratti per la manutenzione e la gestione dell'edificio;

✓ alcune indicazioni riguardanti la sicurezza.

CHECKLIST PER L'AUTODIAGNOSI ENERGETICA

1. Informazioni generali istituto museale

1.0 Identificazione	
Denominazione della sede	
Indirizzo	
Comune	
Cap	
Provincia	
Numero di telefono	
Numero di fax	
Codice fiscale	
Partita IVA	
Sito internet	
Email (del responsabile museale)	
1.1. Numero visitatori e orario di apertura	
Numero di visitatori anno precedente	
Numero di visitatori anno in corso	
Giorni di apertura	
Indicare se in settimana o sabato e domenica	
Orari di apertura	
Elenco delle collezioni possedute dal museo per tipologia di materiale	

Area indagine strutture

2.1. Involucro edilizio		
		note
Anno di costruzione dell'edificio		
Destinazione originaria della sede (es. chiesa, ospedale, scuola)		
Stato di conservazione attuale della sede:		
ottimo		
buono		
scadente		
pessimo		
Superfici opache [(1)si intende: leggero < 40 cm, medio compreso tra 40 e 60 cm, pesante > 60 cm)]		
Involucro leggero (1)		
Involucro medio		
Involucro pesante		
Presenza di isolante [sì/no]		

Superfici finestrate [(1) indicare la tipologia: legno, alluminio a taglio termico, PVC, altro; (2) indicare la tipologia (vetro singolo, doppi vetri, altro]		
Serramenti: tipologia prevalente del telaio		
Serramenti: tipologia prevalente di vetro		

Materiali con cui è costruito l'edificio:	muri esterni	muri interni	soffitti	pavimenti	elementi strutturali
mattoni					
cemento					
vetro					
acciaio/ferro					
pietra					
cotto					
legno					
pvc					
alluminio					
altro					

	sì	no	note
Sono in corso interventi di natura edilizia?			
Un piano di gestione dell'edificio è stato redatto ed è spesso rivisto per aggiornare le priorità e tener traccia dei progressi?			

2.2. Caratteri distributivi		
Esposizione permanente	100	
Esposizione temporanea	10	
Altri spazi	30	
Depositi	40	
Totale museo	180	

Approfondimento funzionale sulle aree espositive e non		
Suddivisione delle aree funzionali (esterne al percorso espositivo)		
È presente un'area espositiva all'interno dell'area di accoglienza?		
È presente un bookshop in area dedicata?		

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI
Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI
Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

Approfondimento sui Depositi	sì	no	note
Sono presenti impianti di allarme antintrusione?			
Sono presenti impianti di rilevazione incendi e uscite di sicurezza?			
I limiti di carico dei solai sono certificati da un tecnico abilitato?			
Oggetti con particolari richieste di conservazione sono stati individuati, e disposti in appropriate condizioni ambientali previste?			

3. Area indagine sulle dotazioni impiantistiche

3.0. Centrali energetiche			
	sì	no	note
È presente una centrale termica?			
Tipologia della centrale:			
Caldaia a condensazione			
Pompa di calore			
Altro			
Tipo di combustibile			
Potenza termica installata			
Consumo annuo (anche in €)			

È presente una centrale frigorifera?			
Potenza frigorifera installata			
Consumo annuo (anche in €)			

3.1. Climatizzazione			
	sì	no	note
È presente un impianto di riscaldamento (controllo temperatura invernale)			
centralizzato			
locale			
Tipologia dei terminali scaldanti			
termosifoni			
pannelli radianti a pavimento			
fancoil			
altro			

Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

Superficie riscaldata		
Volume riscaldato		

È presente un impianto di raffrescamento? (controllo temperatura estiva)	sì	no	note
centralizzato			
locale			
Tipologia dei terminali in ambiente			
È presente un impianto di umidificazione e deumidificazione? (controllo umidità relativa)			
centralizzato			
locale			
È presente un impianto di condizionamento dell'aria? (controllo della temperatura, dell'umidità relativa e della purezza dell'aria)			
centralizzato			
locale			
È presente un impianto di ventilazione? (controllo purezza dell'aria)			
centralizzato			
locale			
naturale			
meccanico			
È presente un sistema di disinfestazione, disinfezione?			
Il museo procede ad effettuare un monitoraggio ambientale?			
Viene effettuata l'archiviazione e l'analisi dei dati raccolti?			
giornaliero			
settimanale			
mensile			
annuale			

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI
Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

3.2. Impianti elettrici			
	sì	no	note
È presente un impianto elettrico?			
Potenza elettrica installata			
Consumo energia elettrica (anche in €)			
È presente una predisposizione per impianti elettrici temporanei?			
È presente un impianto fotovoltaico o solare termico?			

3.3. Impianti di illuminazione			
	sì	no	note
È presente un impianto di illuminazione artificiale?			
Breve descrizione dell'impianto di illuminazione artificiale			
Illuminazione di aree interne			
Generale			
Puntuale di accento			
In vetrina			
Sorgenti luminose			
Fluorescenti			
Alogene			
Incandescenti			
LED			
Sistema a fibre ottiche			
Filtri anti UV/IR per la luce artificiale			

3.4. Impianti di comunicazione			
	sì	no	note
È presente una connessione ad internet?			
via cavo			
senza fili			

Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

4. Area gestione della sicurezza

4.1. Come giudichi il programma di gestione del DLgs 81/2008 e s.m.i.?			
	sì	no	note
insufficiente			
sufficiente			
buono			

4.2. Contratti			
	sì	no	note
È presente un contratto per il servizio di manutenzione ordinaria degli impianti elettrici e speciali?			
Se è presente un contratto per il servizio di manutenzione ordinaria degli impianti elettrici e speciali è redatto ai sensi delle norme CEI?			
È presente un contratto per il servizio di manutenzione ordinaria degli impianti termici?			
Se è presente un contratto per il servizio di manutenzione ordinaria degli impianti termici è redatto ai sensi della Legge 10/91 e del D.P.R. 412/93 e s.m.i.?			
È presente un contratto per il servizio di terzo responsabile impianti termici?			
È presente un contratto per il servizio di manutenzione ordinaria degli ascensori?			
È presente un contratto per la verifica degli impianti ai sensi del D.P.R. 462?			
È attivo il servizio di manutenzione e verifica periodica degli impianti e dei presidi antincendio?			

4.3. Sicurezza degli impianti di climatizzazione, elettrici, di comunicazione e delle centrali energetiche			
	sì	no	note
È presente la certificazione degli impianti D.M. 37/2008?			
È presente la certificazione e la denuncia ISPESL degli impianti D.P.R. 462?			
È presente la denuncia all'ISPESL delle caldaie di potenza > a 35 kw?			
Sono presenti piante e schemi degli impianti?			
Sono presenti i collaudi degli impianti?			

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI

Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

4.4. Prevenzione incendio			
	sì	no	note
È istituito l'organigramma della sicurezza antincendio ai sensi del D.M. 569/92? (responsabile dell'attività/ responsabile tecnico della sicurezza/ responsabile della gestione delle emergenze/ addetti antincendio)			
È presente la pratica di prevenzione incendi per il rilascio del Certificato di prevenzione incendi?			
È presente la valutazione del rischio d'incendio?			
È presente un piano di gestione e organizzazione delle emergenze?			
Sono presenti uno o più impianti antincendio?			
Sono presenti presidi antincendio? (estintori, porte tagliafuoco, compartimentazioni...)			
L'impianto antincendio, i presidi antincendio, i sistemi di allarme sono controllati secondo le prescrizioni della normativa antincendio?			
Sono compilati i registri dei controlli?			
È presente l'illuminazione di sicurezza?			
È presente l'alimentazione di emergenza?			
Sono presenti scale antincendio?			
Sono presenti sezionamenti generali dell'energia elettrica e del combustibile?			
È presente l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, e dei dispositivi di messa a terra d'impianti elettrici?			
Sono presenti protezioni passive contro il fuoco nei depositi e nelle vie di fuga?			

4.5. Antintrusione, antifurto, antivandalismo			
	sì	no	note
È presente un impianto antintrusione, antifurto?			
Breve descrizione dell'impianto e dei sistemi di vigilanza			
Come avviene la protezione opere?			
Teche e/o vetri di protezione			
Distanziometri			
Allarme per distacco singola opera			
Impianto TVCC			
Servizio di sorveglianza			

4.6. Sicurezza strutturale e antisismica			
	sì	no	note
È presente il collaudo statico?			
Sono presenti disegni e schemi della struttura?			
I limiti di carico dei solai sono certificati da un tecnico abilitato?			

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI
Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

Regione Toscana
fondazione MUSEI SENESI
Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia

L'applicazione della check list per l'autodiagnosi energetica alla Fondazione Musei Senesi

Sommario

2.1. Metodologia: fasi e strumenti della ricerca
2.2. Informazioni generali
2.3. Edificio ed involucro edilizio
2.4. Impianti
2.5. Altri impianti
2.6. Obiettivi raggiunti e sviluppi futuri

2.1. Metodologia: fasi e strumenti della ricerca

La Direzione della Fondazione Musei Senesi di concerto con i ricercatori del Politecnico ha organizzato diversi incontri nell'arco di tempo di un anno per il confronto e la condivisione del progetto, articolati nelle seguenti fasi :

✓ Condivisione del progetto e definizione degli obiettivi e degli strumenti tra Politecnico e Fondazione

✓ Condivisione del progetto con i Direttori dei Musei. Incontro preliminare finalizzato alla presentazione degli obiettivi e della struttura generale del manuale e condivisione della check list per l'autodiagnosi energetica

✓ Presentazione del progetto agli stake holders (operatori museali, uffici tecnici, enti gestori)

✓ Invio della check list per l'autodiagnosi energetica ai Musei

✓ Ricezione delle check list compilate

✓ Presentazione dei risultati. Incontro successivo esteso finalizzato alla presentazione del manuale e alla discussione degli esiti dell'autovalutazione.

✓ Elaborazione manuale

✓ Approfondimento con completamento della raccolta dei dati mancanti

Gli strumenti elaborati: il manuale e la check list per l'autodiagnosi energetica

La metodologia prevedeva l'elaborazione di un manuale (presentato nella Parte I del presente volume) suddiviso in schede per aumentare la consapevolezza sui temi in oggetto e diffondere un linguaggio comune condiviso. Tale manuale contiene all'interno di ogni capitolo una serie di informazioni che possono coadiuvare i professionisti del museo con spunti per fronteggiare eventuali criticità che potrebbero riscontrare nell'attività di gestione. Il manuale è inteso come strumento di supporto sia per l'ordinaria gestione delle attività museali, ma anche per orientare le scelte in occasione di riqualificazioni del patrimonio esistente.

È stata inoltre sviluppata una scheda di valutazione basata sulla raccolta delle informazioni energetiche e impiantistiche caratteristiche del Museo. Questo strumento di indagine, sviluppato *ad hoc* e partecipato con gli operatori del settore coinvolti in tali tematiche, permetterà agli enti proprietari e gestori dei Musei, anche tramite un sistema di auto-valutazione, di monitorare e valutare lo stato di fatto dei propri istituti con particolare riferimento alla efficienza della "macchina-museo".

Operativamente, è stata inviata a ciascun museo una check list per l'autodiagnosi energetica, poi restituita per l'elaborazione dei dati inseriti. La scheda è stata fondamentale per la verifica e conoscenza dello stato di fatto al fine di stabilire successivamente una adeguata programmazione degli interventi per la struttura museale in esame.

Analisi delle check list per l'autodiagnosi energetica

Le informazioni richieste e successivamente elaborate possono essere riassunte in termini di analisi in tre livelli diversi:

1. Comparazione

Confronto diretto delle risposte che ogni museo ha fornito compilando le check list di autovalutazione:

✓ attraverso schede organizzate in fogli excel, separate per argomenti e consecutive in modo da facilitare la lettura e il confronto immediato

✓ la suddivisione dei fogli excel segue la ripartizione per argomenti che compare nelle schede di autovalutazione.

2. Sintesi

Raccolta delle risposte in forma di frazioni su ogni voce della check list:

✓ finalizzata alla comprensione di quali siano le scelte/ orientamenti/comportamenti più e meno impiegati dai musei

✓ le voci della check list sono divise per argomento in schede di fogli excel,esattamente con la stessa suddivisione che compare per la comparazione delle risposte e di conseguenza nelle check list fornite ai musei.

3. Tabella sintetica per la valutazione dei dati energetici

Focalizzazione dell'attenzione sulle voci relative a volumetrie (dell'edificio, del museo, quantità riscaldata) e a impianti elettrico, di riscaldamento, raffrescamento:

✓ finalizzata ad un confronto fra le differenti dotazioni impiantistiche per il controllo climatico indoor, le prestazioni e i consumi effettivi

4. Esiti delle valutazioni

L'indagine è stata compiuta su 34 Musei. Infatti nella fase di elaborazione dei dati si è scelto di non comprendere nella analisi le sedi dei Musei Scientifici Simus, poiché in questi casi si è riscontrata una difficoltà nello scorporare i dati energetici ed impiantistici di competenza della funzione museale dal momento che essi spesso sono collocati all'interno di edifici più ampi.

2.2. Informazioni generali

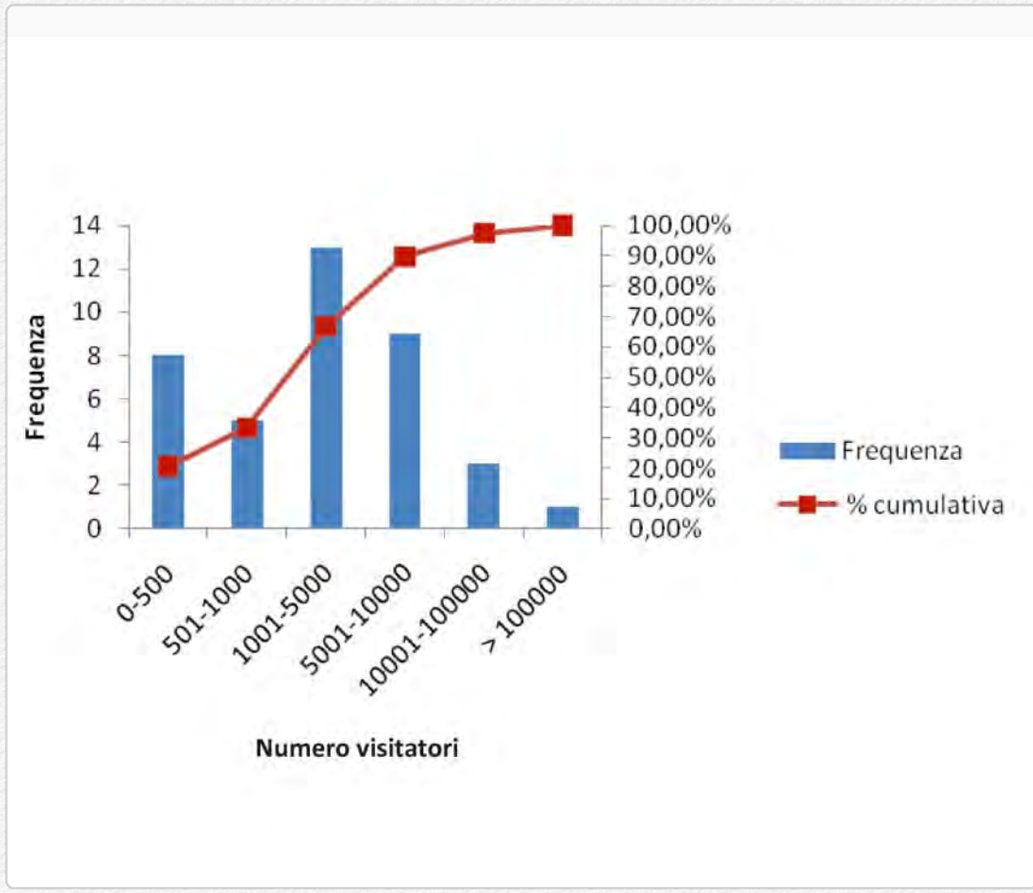
- 15/34 gestione diretta del Museo dal parte dell'ente proprietario.

- 18/34 gestione del Museo affidata da parte dell'ente proprietario ad un Ente/Associazione/Società/Fondazione/ Consorzio.

L'ente di riferimento principale risulta il Comune. Nella maggior parte dei casi vi è una collaborazione per la gestione tra il Comune e un'Associazione/Società/Fondazione/Consorzio.

Numero di visitatori

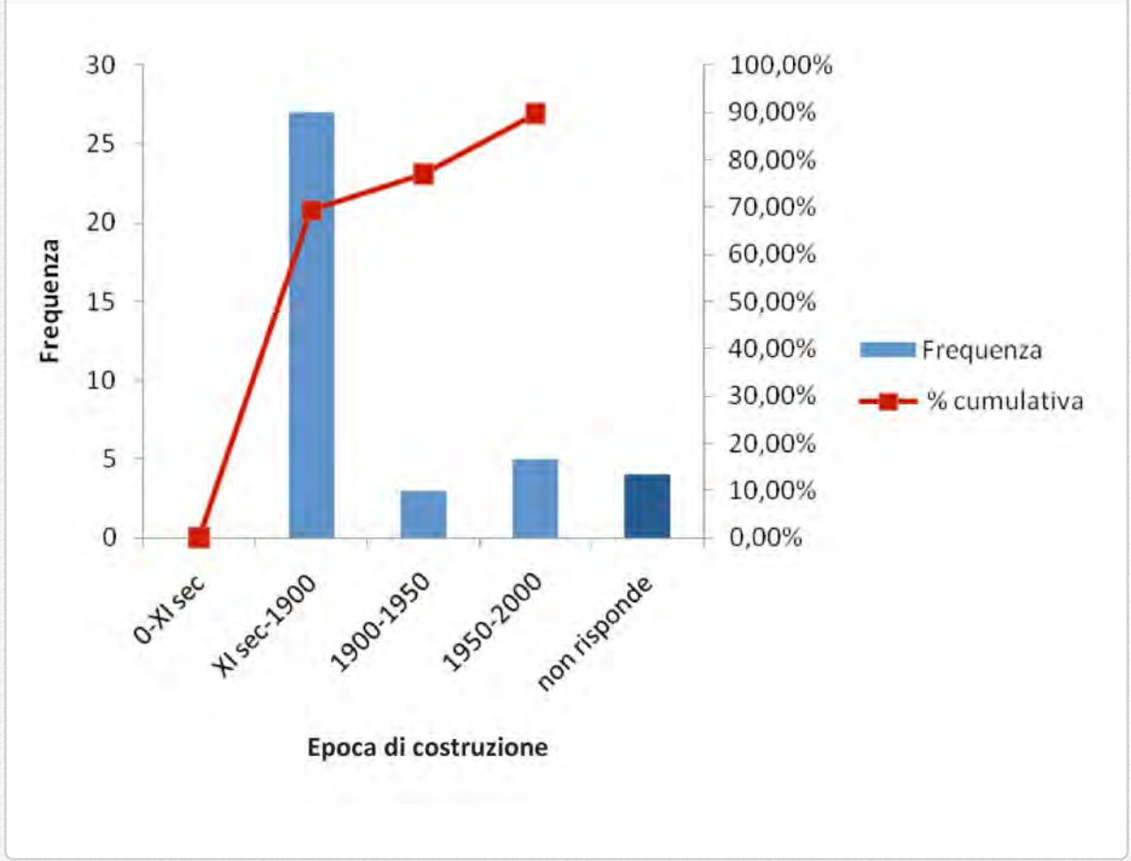
La maggior parte dei musei, per l'anno 2009 hanno un numero di visitatori compreso fra 1000 e 5000 unità. Si è riscontrato un incremento positivo raffrontando i dati raccolti per il primo semestre 2010.



Visitatori nei Musei Senesi 2009-2010.

2.3. Edificio ed involucro edilizio

La maggior parte dei Musei è ospitata in edifici in cui la destinazione d'uso originaria era quella di Palazzi e dimore storiche(11/34), seguono destinazioni quali castelli, edifici rurali, chiese, e scuole. L'epoca di costruzione prevalente risale tra il XII sec e il 1900 (29/34), in alcuni casi con stratificazioni nel tempo e annessioni successive. La percezione sullo stato di conservazione attuale della sede è positivo nel 90% delle risposte. Per quanto riguarda le superfici opache la maggioranza degli edifici ha involucro medio o pesante (32/34). Solo in 5 casi è presente l'isolante sulle facciate esterne, ma questo è dovuto al fatto che molti edifici si riferiscono a epoche



Epoca di costruzione dei Musei Senesi.

e tecniche costruttive passate che non presupponevano la presenza di materiale isolante.

Per quanto riguarda le superfici trasparenti la maggioranza degli edifici hanno serramenti con telai in legno (27/34); il numero di dotazioni di vetri doppi è solo leggermente superiore a quello di vetri singoli (17 contro 15).

Analisi tassonomica: superificie dell'intero edificio				
	1-500 mq	501-1000 mq	1001-2500 mq	non risponde
musei	20	6	6	3
totale Musei	34	34	34	34

Analisi tassonomica: superificie espositiva				
	1-500 mq	501-1000 mq	1001-2500 mq	non risponde
musei	22	5	5	3
totale Musei	34	34	34	34

Analisi tassonomica sulla superficie dell'edificio.

Caratteri distributivi

La maggior parte dei musei hanno una dimensione inferiore ai 500mq sia per quanto riguarda la superficie complessiva che per quella destinata alle esposizioni. Ne consegue che si tratta principalmente di edifici di piccole e medie dimensioni. 18/34 contengono all'interno dell'edificio altre funzioni oltre a quella museale, tra cui si verifica la presenza di uffici comunali,

biblioteca, sale gestite dal Comune o dall'Università, abitazioni e sedi private. Si mette in evidenza che in 8/34 Musei l'area accoglienza e biglietteria non è separata dall'area espositiva, questo implica la necessità di porre una particolare attenzione ai beni esposti in tali aree sia in termini di conservazione che di sicurezza. Il 50% dei musei non ha luoghi dedicati all'esposizione temporanea; in 11 casi gli spazi per l'esposizione permanente e temporanea sono separati, mentre in 7 casi sono compresenti. In quest'ultimo caso si provvede ad una rimozione della collezione permanente per l'istallazione della mostra temporanea.

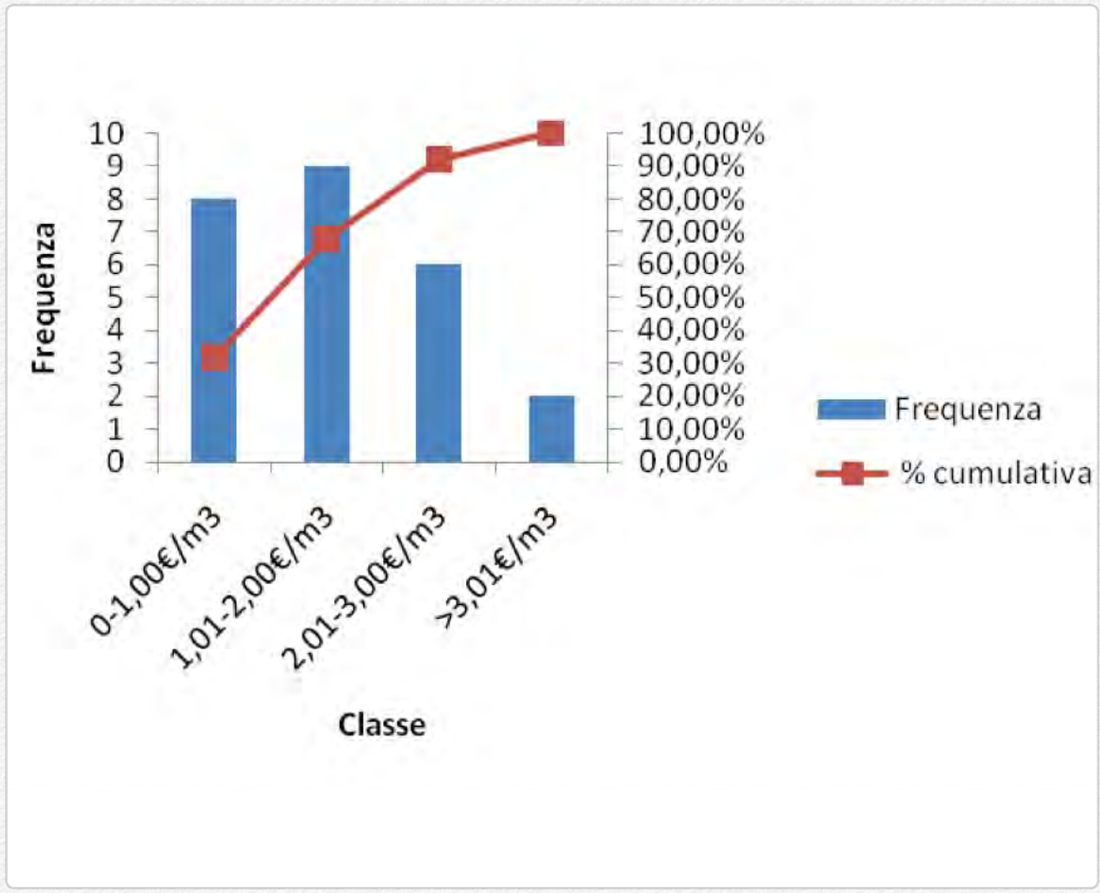
2.4. Impianti

Centrali energetiche

28/34 Musei possiedono una centrale termica e nella maggioranza dei casi il combustibile utilizzato risulta essere il gas metano piuttosto che il gasolio e gpl.

Tipologia di impianto di climatizzazione

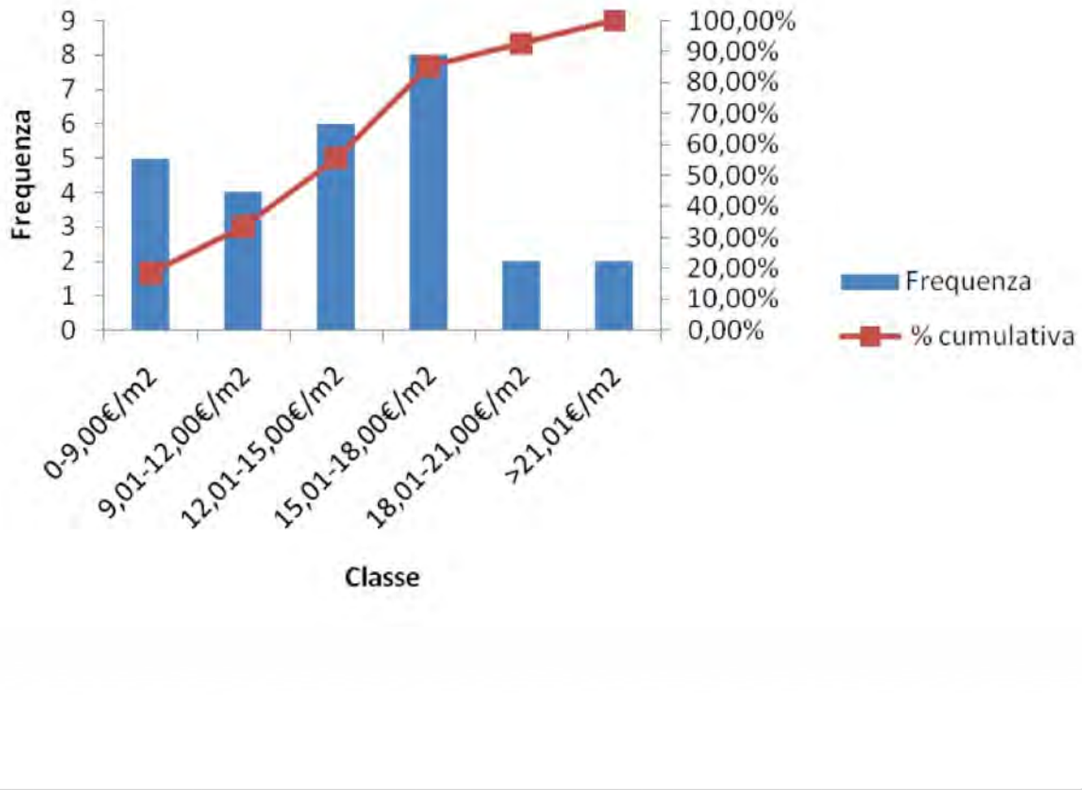
La maggior parte (28/34) possiede un impianto di riscaldamento, e le unità terminali più frequenti sono i fancoil o sistemi misti fancoil e radiatori.



Costo del riscaldamento al m².

6/34 Non possiedono impianto di riscaldamento

28/34 Possiedono impianto di riscaldamento; le unità terminali più frequenti sono i fancoil o sistemi misti fancoil e radiatori.

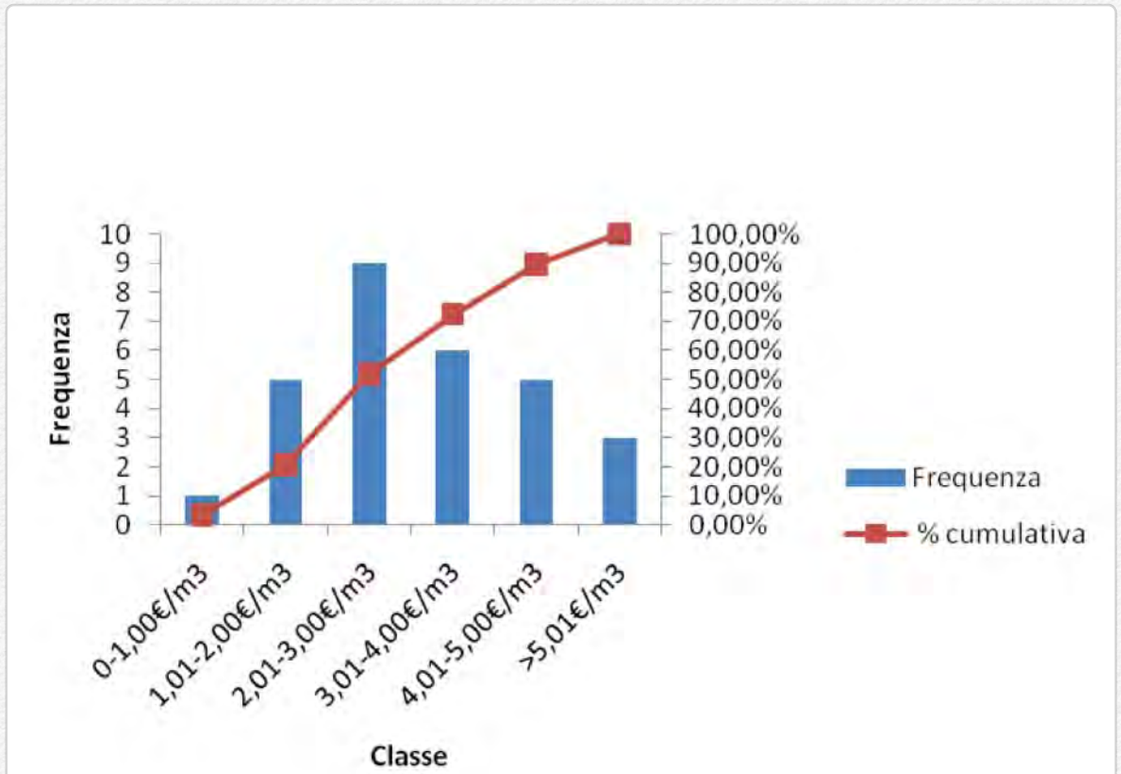


Costo energetico annuo al m².

14/34 Possiedono impianto di riscaldamento e raffrescamento

8/34 Possiedono impianto di riscaldamento, raffrescamento e condizionamento

Il costo annuo per il riscaldamento varia da un minimo di 600 € ad un massimo di 6.500 € circa, fatta eccezione che per un



Costo energetico annuo al m³.

caso pari a 11.000 €. La maggior parte si collocata nella fascia compresa fra 1.000 € e 3.000 €.

Gli impianti di umidificazione/deumidificazione, di condizionamento dell'aria e di ventilazione meccanica sono poco utilizzati, in particolare la ventilazione meccanica, presente al 15%, ha come grave conseguenza della sua

assenza la necessità di apertura di finestre che provoca significative dispersioni di calore in inverno.

Monitoraggio ambientale

8/34 svolgono una attività di monitoraggio ambientale

26/34 sono soddisfatti delle condizioni di conservazione delle collezioni

Alla domanda sulla presenza di oggetti con particolari richieste di conservazione il numero di musei che risponde positivamente e negativamente è molto simile. Quasi la totalità dei musei che esprimono la necessità di particolare richieste di conservazione ha provveduto con controlli microclimatici e disposizioni in ambiente idoneo ma l'impressione è che debba essere incrementata la sensibilità verso l'utilizzo di tecnologia (strumenti per il monitoraggio) per la conservazione preventiva delle collezioni.

Il 50% dei musei risulta soddisfatto del livello di controllo microclimatico ma di fatto:

- solo il 12,5 % svolge monitoraggio ambientale ;

- il 17,5 % attività di archiviazione dei dati.

Impianto elettrico

Tutti i Musei dispongono di un impianto elettrico. Il consumo annuo varia da un minimo di 1.000 € ad un massimo di 15.000 € circa, ma la maggior parte si trova nella fascia compresa fra 1.000 € e 6.000 €.

Impianto d'illuminazione artificiale

Tutti i Musei sono dotati di illuminazione artificiale; le tipologie delle sorgenti sono soprattutto alogene, fluorescenti e incandescenti. La maggior parte (34/34) è dotata di illuminazione generale, 21/34 Musei dispongono di illuminazione puntuale, mentre 22/34 Musei dispongono di illuminazione in vetrina

I costi annui di riscaldamentoal m^3

- hanno un minimo di 0,60 €/m3 ed un massimo di circa 3,37 €/m^3;

- la media è stata calcolata pari a 2,54 €/m^3 con una deviazione di standard di 0,79 €/m^3.

I costi annui al m3 dell' energia elettrica invece:

- hanno un minimo di circa 1,00 €/m3 ;

- hanno un massimo di 4,24 €/m^3;

- la media è stata calcolata pari a 2,74 €/m^3 con una deviazione di standard di 0,81€/m^3.

Considerando il costo annuo complessivo per il riscaldamento e l'illuminazione, gran parte dei musei si colloca nell'intervallo di spesa fra 2 e 3 €/m^3 se si valuta il volume riscaldato, mentre nell'intervallo fra 12 €/m^2 e 15 €/m^2 se si valuta la superficie riscaldata.

Note: Per i casi in cui fosse disponibile solo uno dei due dati, il rimanente è stato considerato pari alla media calcolata fra i dati forniti.

2.5. Altri impianti

Impianto antintrusione-antifurto

La maggior parte (30/34) è dotata di tale impianti, per alcuni è stato specificato che si tratta di un sistema d'allarme combinato a collegamento telefonico o vigilanza diretta

Protezione delle opere

I metodi più utilizzati sono le teche o vetri di protezione 29/34 e il servizio di vigilanza 21/34.

Osservazioni relative la Sicurezza

In molti casi non viene espresso un giudizio sul proprio programma di applicazione delle norma sulla sicurezza, il che rappresenta una criticità per gli aspetti legati al processo di gestione e controllo delle attività museali.

✓ Probabile conseguenza questa di un diffuso e comprensibile timore sui rischi di accertamento di non conformità alle norme, ma anche ad una poco diffusa valutazione delle finalità della applicazione di sistemi di gestione legati anche alla normativa sulla sicurezza. Infatti il risultato atteso dalla applicazione di un programma di gestione della sicurezza è l'acquisizione della conoscenza dei pericoli, della loro probabilità di accadimento, della stima del rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate.

✓ Una volta stabilite le condizioni di sicurezza Il compito di mantenerle, quello di assicurare l'efficienza e l'efficacia del sistema edificio impianti del museo rappresenta il sistema per la riduzione della probabilità dell'accadimento di pericoli e

quindi di tutela non solo della salute e sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo ma anche di quella delle opere conservate.

✓ La motivazione di alcuni enti a non rispondere perché non direttamente interessati alla gestione del museo è legittima nel caso in cui tutta la gestione venga affidata a terzi con totale esclusione dell'ente proprietario (gestione del personale +contratti di servizi).

✓ Non lo è nel caso di affidamento della gestione del personale ma non di quella dei contratti di servizi (manutenzioni, pulizia, etc.).

2.6. Obiettivi raggiunti e sviluppi futuri

Dall'esercizio di analisi precedente, che può essere inteso come un supporto alle scelte gestionali, si mette in evidenza :

- in generale un consumo di energia elevato, con conseguente ricadute sulla qualità ambientale;

I suggerimenti potrebbero essere :

✓ una migliore efficienza dell'edificio-museo e degli impianti attuabile non per forza solo con interventi strutturali, ma anche con scelte gestionali, di manutenzione e controllo.

✓ attività di diagnosi sui singoli musei per meglio chiarire le situazioni ed intraprendere azioni specifiche

✓ una più capillare diffusione della conoscenza degli obblighi e delle procedure previsti dalle normative sulla gestione della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Ulteriori osservazioni

La presenta analisi potrebbe servire come strumento di supporto alla gestione soprattutto nei casi (30/34) in cui non sia previsto un piano di gestione dell'edificio.

Approfondimenti

3

Sono presentati di seguito alcuni approfondimenti sul tema della sicurezza. Come si gestisce la sicurezza in un ambiente così complesso come il museo? In cosa consiste il decreto sul garante relativo alla videosorveglianza?

Fa seguito un approfondimento sulla Fondazione Musei Senesi e sui Musei delle Terre di Siena.

La gestione della sicurezza

Sommario

1.1. Contenuti
1.2. Normative di riferimento
1.3. Le figure di riferimento. L’organigramma della sicurezza
1.4. Gli strumenti della gestione della sicurezza
1.5. L’evoluzione della normativa di prevenzione incendi: il DM 9/05/2007

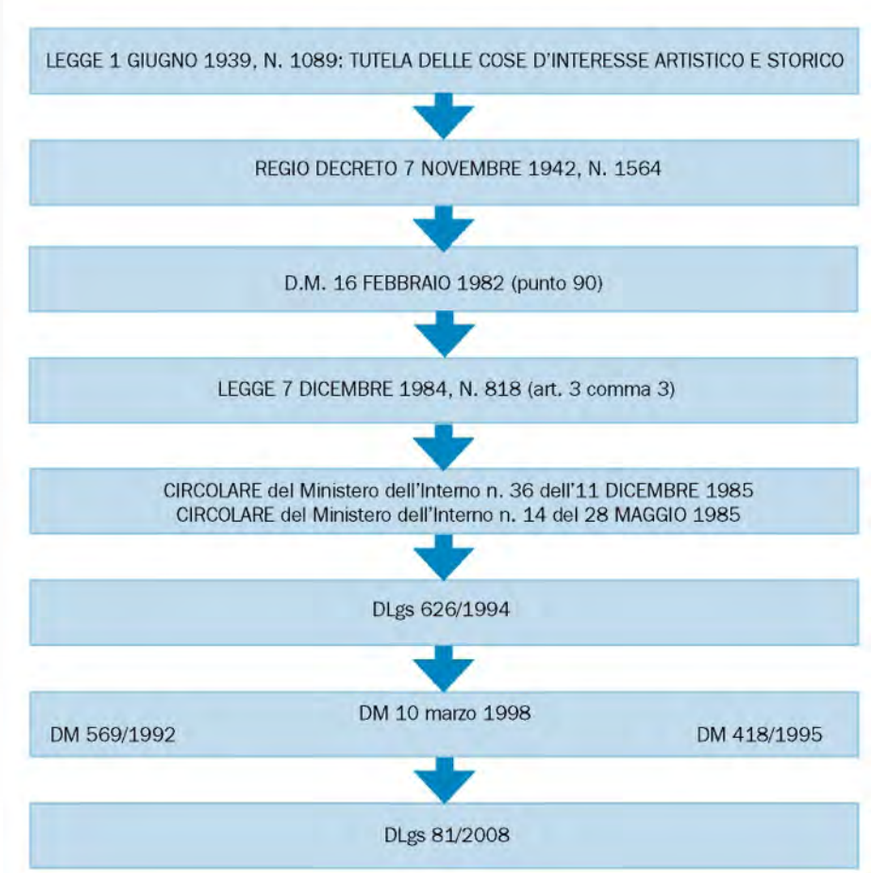
1.1. Contenuti

Scopo di questa scheda è quello di illustrare il tema della gestione della sicurezza trattandone i diversi aspetti non solo come adempimenti legislativi ma anche come processi gestionali che regolamentano lo svolgimento della attività definita dalla missione del museo.

Illustrazione che data la complessità e vastità dell’argomento è lungi dall’essere esaustiva ma si limita a individuarne alcuni focus applicativi.

1.2. Normative di riferimento

Tutta la normativa sulla sicurezza regolamenta procedure di adempimenti obbligatori la cui applicazione è soggetta a controllo. Gli organi deputati ai controlli sono le ASL o i Dipartimenti dell’Ispettorato del lavoro, per quanto riguarda gli aspetti sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori e i Comandi dei Vigili del Fuco per quanto riguarda quelli della prevenzione incendi. Le inadempienze, se riscontrate, sono oggetto di sanzioni anche penali.



La cronologia delle norme.

L'attività museale, dedicata alla tutela, conservazione e fruizione di beni di interesse storico artistico, è anch'essa soggetta agli adempimenti delle normative del settore della sicurezza.

Il DLgs 81/2008 modificato dal DLgs 106/2009 è il testo che raccoglie e prescrive le modalità e gli obblighi che regolano il rapporto tra datore di lavoro e lavoratore in materia di tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavori e delle attività che in essi si svolgono.

Definisce compiti e responsabilità di coloro che partecipano alla gestione della attività comprendendo tra questi anche gli obblighi connessi ai contratti con prestatori di servizi (d'appalto, d'opera, o di somministrazioni).

Come tutti i processi di gestione anche quello dedicato alla sicurezza fonda la sua applicazione su una indagine preventiva dedicata a individuare e valutare i rischi connessi con l'esercizio dell'attività, sulla loro eliminazione o limitazione, sulla prevenzione e sulla progettazione e programmazione di un processo di miglioramento continuativo.

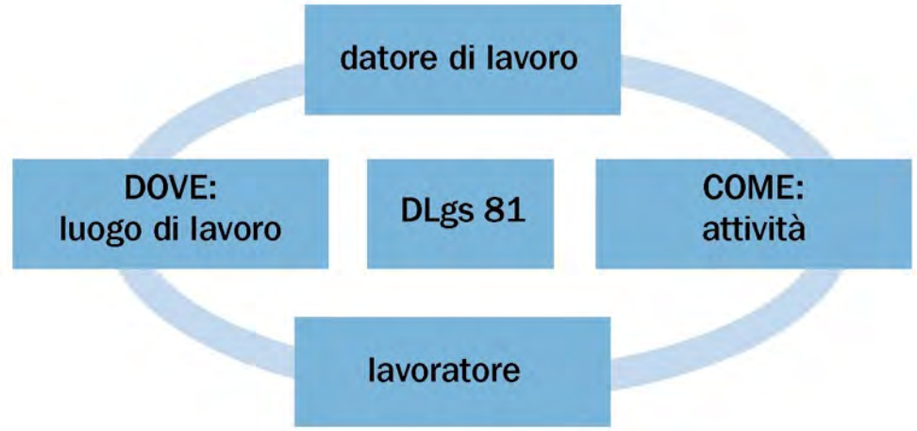
Inoltre gli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni o comunque oggetti di interesse culturale sottoposti alla vigilanza dello Stato di cui al regio decreto 7 novembre 1942, n. 1564 sono soggetti al controllo di prevenzione incendi del Vigili del Fuoco. Nel caso di edifici pubblici e privati, di interesse artistico e storico destinati a contenere, musei, gallerie, collezioni, oggetti di interesse culturale o manifestazioni culturali, per i quali si applicano le disposizioni contenute nella legge 1° giugno 1939, n. 1089 e successive modificazioni e integrazioni la sicurezza antincendio è regolamentata dal DM 569/92 che con il DM 418/95 (dedicato alle biblioteche ed archivi in edifici di interesse storico artistico) elenca modalità e prescrizioni per

il rilascio del certificato di prevenzione incendi, della gestione della sicurezza oltre alla definizione di ruoli e responsabilità di coloro che partecipano alla gestione della attività.In tema di sicurezza antincendio, inoltre, il DM 10/03/1998 stabilisce i criteri generali relativi alla sicurezza antincendio ed alla gestione delle sicurezza.

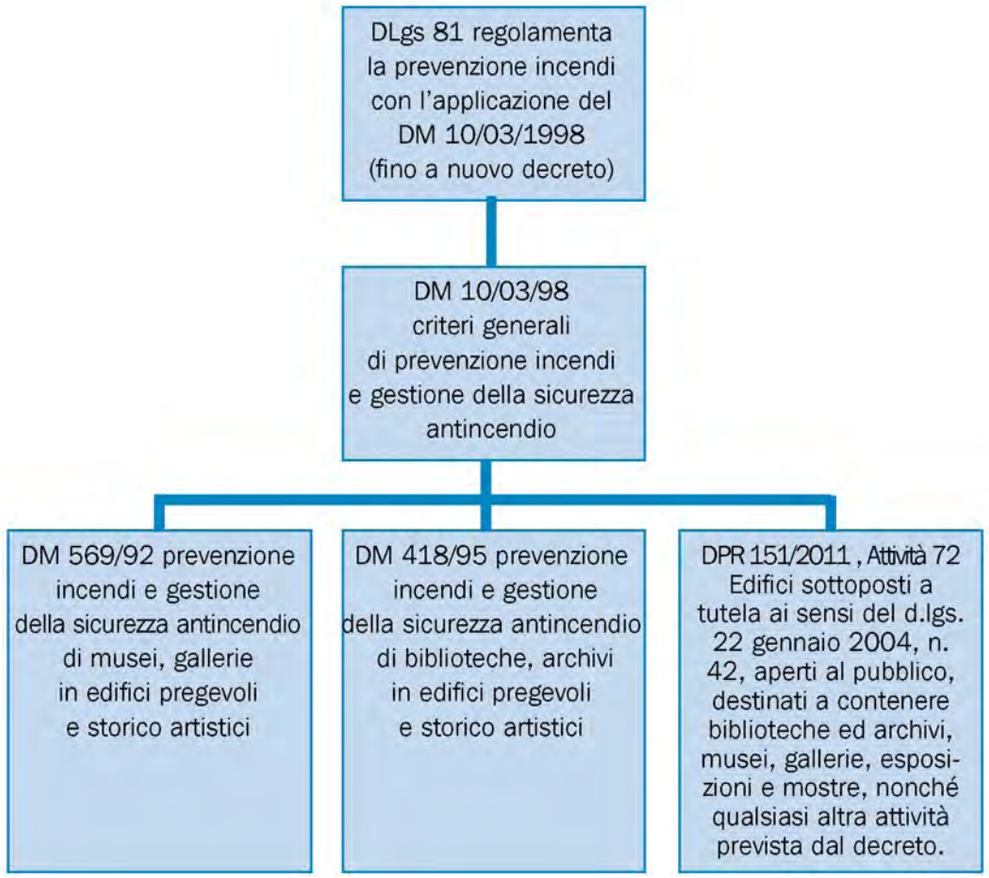
Le normative sulla sicurezza si inseriscono quindi con decisione, impongono prescrizioni, indirizzano la progettazione e le modalità di gestione della attività del museo sia per quanto attiene alla tutela della salute dei lavoratori che alla sicurezza degli edifici e dei beni in essi conservati oltre quella di coloro che lo visitano.

In sintesi:

IL DLgs 81 si applica in tutti i casi in cui un datore di lavoro esercita una attività con la collaborazione di uno o più lavoratori. Si occupa del luogo dove si svolge l'attività e di come viene gestita.



La sicurezza nei luoghi di lavoro.



La prevenzione incendi.

La prevenzione incendi

Per quanto attiene la prevenzione incendi il DLgs 81 definisce la prevenzione incendi come la funzione di preminente interesse pubblico... diretta a conseguire gli obbiettivi di sicurezza della vita umana , incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente. Fino all'adozione di appositi decreti diretti ad individuare misure precauzionali di esercizio, metodi di controllo e manutenzione, criteri per la gestione delle emergenze resta valido Il DM 10/03/1998 che regolamenta i criteri generali relativi alla sicurezza antincendio ed alla gestione delle sicurezza.

I DM 569 e 418 sono decreti che disciplinano le misure di prevenzione incendi e di gestione della sicurezza antincendio, nei casi in cui l'attività di museo, galleria o biblioteca, archivio si svolga in edifici pregevoli di interesse storico artistico.

1.3. Le figure di riferimento. L'organigramma della sicurezza

L'organizzazione della sicurezza per essere un sistema capace di individuare, valutare, ridurre e controllare i fattori di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate deve fondarsi su una chiara definizione dei ruoli, compiti e responsabilità

Le normative sulla sicurezza definiscono:

Il DLGS 81:

IL DATORE DI LAVORO: il titolare del rapporto di lavoro [...] ha la responsabilità dell'organizzazione in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa;

DEVE: elaborare il documento di valutazione dei rischi; designare il responsabile del servizio di prevenzione e protezione ; nel caso di affidamento di lavori, servizi o forniture deve verificare l'idoneità tecnico professionale promuovere la cooperazione e il coordinamento elaborando un unico documento di valutazione dei rischi da interferenze (DUVRI) che deve indicare i costi delle misure adottate per l'eliminazione o riduzione dei rischi derivanti dalle interferenze pena la nullità del contratto [...];

PUÒ DELEGARE: la designazione degli incaricati alle misure di emergenza e di primo soccorso, gli adempimenti agli obblighi di formazione e informazione e addestramento [...];

DIRIGENTE DELEGATO: attua le direttive del datore di lavoro organizzando l'attività e vigilando su di essa;

PREPOSTO: sovrintende alle direttive ricevute e ne controlla la corretta esecuzione;

MEDICO COMPETENTE: medico in possesso di uno dei titoli e dei requisiti formativi e professionali di cui all'art 38 del DLgs 81;

SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE: insieme di persone, mezzi interni o esterni, finalizzati all'attività di prevenzione e protezione dai rischi professionali per i lavoratori;

RESPONSABILE DEL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE (RSPP):persona designata dal datore di lavoro, a cui risponde, per coordinare il servizio di prevenzione protezione;

RESPONSABILE DI LAVORATORI PER LA SICUREZZA (RLS):persona eletta o designata per rappresentare i lavoratori per gli aspetti della salute e sicurezza sul lavoro;

LAVORATORE: persona che indipendentemente dalla tipologia contrattuale svolge una attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato con o senza retribuzione anche al solo fine di apprendere un

mestiere un’arte o una professione, esclusi gli addetti ai servizi domestici e familiari.

Il DLgs 81 si applica in tutti i casi in cui un datore di lavoro (cosi come sopra definito) esercita una attività in un luogo dove ha alle sue dipendenze uno o più lavoratori (cosi come sopra definiti).

Il DM 569/92 e Il DM 418/95:

Il soggetto che, a qualsiasi titolo, ha la disponibilità di un edificio di interesse storico artistico dedicato a contenere musei gallerie o biblioteche, deve nominare il responsabile delle attività svolte al suo interno (direttore del museo/biblioteca/ archivio) e il responsabile tecnico addetto alla sicurezza.

RESPONSABILE DELLA ATTIVITÀ

DEVE: provvedere affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza e in particolare: sovrintendere e verificare il rispetto della normativa sulla sicurezza dei locali, che non siano superati i parametri per l’affollamento, che siano agibili e mantenuti sgombri da ostacoli i percorsi di deflusso delle persone; che siano rispettate le condizioni di esercizio in occasione di manutenzione, risistemazione e il restauro dei locali e dei beni posti al loro interno. Deve curare la tenuta di un registro ove sono annotai tutti gli interventi ed i controlli relativi all’efficienza degli impianti elettrici e presidi antincendio, nonché all’osservanza della normativa relativa ai carichi d’incendio nei vari ambienti dell’edificio e nelle aree a rischio specifico.

RESPONSABILE TECNICO ADETTO ALLA SICUREZZA (RTS)

DEVE: operare affinché siano mantenuti efficienti i mezzi antincendio e siano eseguite con tempestività le manutenzioni o sostituzioni necessarie.

Siano condotte periodicamente verifiche degli stessi mezzi con cadenza non superiore a sei mesi ed annotate nel registro dei controlli.

Siano mantenuti efficienti ed in buono stato gli impianti esistenti nell’edificio. In particolare, per gli impianti elettrici, deve essere previsto che un addetto qualificato provveda, con la periodicità stabilita dalle specifiche normative CEI, al loro controllo e

manutenzione. Ogni loro modifica o integrazione dovrà essere annotata nel registro dei controlli e inserita nei relativi schemi. In ogni caso i predetti impianti devono essere sottoposti a verifiche periodiche con cadenza non superiore a tre anni;

Siano tenuti in buono stato gli impianti di ventilazione, di condizionamento e di riscaldamento, ove esistenti, prevedendo in particolare una verifica periodica degli stessi con cadenza non superiore ad un anno. Le centrali termiche devono essere condotte da personale qualificato in conformità con quanto previsto dalle vigenti normative;

Sia previsto un servizio organizzato, composto da un numero proporzionato di addetti qualificati, in base alle dimensioni e alle caratteristiche dell'attività, esperti nell'uso dei mezzi antincendio installati;

Siano eseguite, per il personale addetto all'attività, periodiche riunioni di addestramento e di istruzione sull'uso dei mezzi di soccorso e di allarme, nonché esercitazioni di sfollamento dei locali in cui si svolge l'attività.

Il responsabile tecnico addetto alla sicurezza deve conservare in un fascicolo gli schemi aggiornati di tutti gli impianti esistenti nell'edificio, nonché delle condotte, delle fogne e delle opere idrauliche collocate entro la distanza di venti metri dal perimetro esterno dell'edificio.

RUOLO	DEVE (DLgs 81)	DEVE (DM 10/03/1998)	DEVE (DM 569/418)
Responsabile tecnico alla sicurezza (RTS)			Il responsabile tecnico alla sicurezza deve garantire l'efficienza dei mezzi antincendio e la tempestività delle loro manutenzioni (che siano condotte periodicamente verifiche degli stessi mezzi con cadenza non superiore a sei mesi e annotarle nel registro dei controlli; che siano mantenuti efficienti gli impianti esistenti nell'edificio). Per gli impianti elettrici deve essere previsto che un addetto qualificato provveda con la periodicità stabilita dalle norme CEI al loro controllo e manutenzione. Ogni loro modifica o integrazione dovrà essere annotata nel registro dei controlli e inserita nei relativi schemi. In ogni caso i predetti impianti devono essere sottoposti a verifiche periodiche non superiori ai tre anni. Deve inoltre garantire l'efficienza degli impianti di ventilazione di condizionamento e riscaldamento; le centrali termiche devono essere condotte da personale qualificato secondo la normativa vigente; che sia previsto un servizio organizzato, composto da un numero proporzionato di addetti qualificati, in base alle dimensioni e alle caratteristiche dell'attività, esperti nell'uso dei mezzi antincendio installati; che siano eseguite periodiche riunioni di addestramento e di istruzione sull'uso dei mezzi di soccorso e di allarme, nonché esercitazioni di sfollamento dei locali in cui si svolge l'attività; mantenere un fascicolo aggiornato con tutti gli impianti esistenti nell'edificio e delle condotte e fogne e opere idrauliche collocate entro 20 metri dal perimetro esterno dell'edificio.

Sintesi dei ruoli, compiti e obblighi della sicurezza #1.

RUOLO	DEVE (DLgs 81)	DEVE (DM 10/03/1998)	DEVE (DM 569/418)
Responsabile tecnico alla sicurezza (RTS)			Il responsabile tecnico alla sicurezza deve garantire l'efficienza dei mezzi antincendio e la tempestività delle loro manutenzioni (che siano condotte periodicamente verifiche degli stessi mezzi con cadenza non superiore a sei mesi e annotarle nel registro dei controlli; che siano mantenuti efficienti gli impianti esistenti nell'edificio). Per gli impianti elettrici deve essere previsto che un addetto qualificato provveda con la periodicità stabilita dalle norme CEI al loro controllo e manutenzione. Ogni loro modifica o integrazione dovrà essere annotata nel registro dei controlli e inserita nei relativi schemi. In ogni caso i predetti impianti devono essere sottoposti a verifiche periodiche non superiori ai tre anni. Deve inoltre garantire l'efficienza degli impianti di ventilazione di condizionamento e riscaldamento; le centrali termiche devono essere condotte da personale qualificato secondo la normativa vigente; che sia previsto un servizio organizzato, composto da un numero proporzionato di addetti qualificati, in base alle dimensioni e alle caratteristiche dell'attività, esperti nell'uso dei mezzi antincendio installati; che siano eseguite periodiche riunioni di addestramento e di istruzione sull'uso dei mezzi di soccorso e di allarme, nonché esercitazioni di sfollamento dei locali in cui si svolge l'attività; mantenere un fascicolo aggiornato con tutti gli impianti esistenti nell'edificio e delle condotte e fogne e opere idrauliche collocate entro 20 metri dal perimetro esterno dell'edificio.

Sintesi dei ruoli, compiti e obblighi della sicurezza #2.

Il decreto 569 sottolinea che appare indispensabile, per motivi di chiarezza operativa, l'attributo di tecnico al responsabile della sicurezza per differenziare i suoi compiti da quelli di super visione e controllo del direttore del museo.

La prevenzione incendi è un'ottemperanza del DLgs 81. I DM 569 e 418 si applicano a coloro che hanno la disponibilità di edifici di interesse storico artistico dedicati a musei, gallerie, biblioteche.

1.4. Gli strumenti della gestione della sicurezza

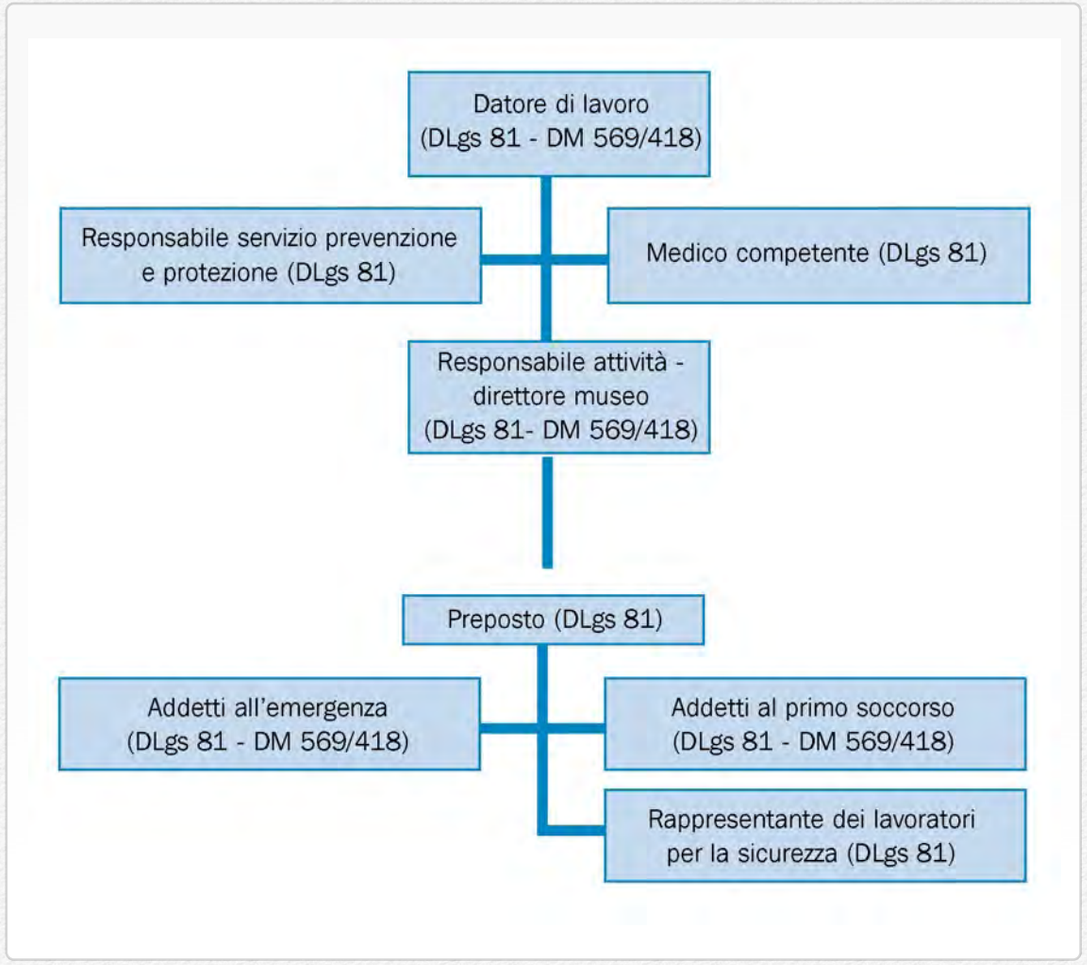
1.4.1 La valutazione del rischio

Adempimento del datore di lavoro non delegabile. È il documento sul quale si basa il programma di gestione.

La gestione della sicurezza per essere un sistema capace di individuare, ridurre e controllare i fattori di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate deve fondarsi su un'indagine sulla presenza di pericoli e sulla loro gravità, e sulla stima del rischio che quei pericoli possono procurare danno alla salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate.

È la valutazione, documentata, di tutti i rischi per la salute e la sicurezza finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e protezione e ad elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza (definizione DLgs 81).

È il processo di conoscenza finalizzato alla riduzione e al controllo dei rischi attraverso una serie di interventi tra i quali l'adozione di misure tecniche, organizzative, procedurali e



Organigramma della sicurezza (per una attività inserita in un edificio di interesse storico artistico).

documentali, l'effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici, la costante ed adeguata informazione e formazione degli addetti (definizione guida ISPESL).

La valutazione del rischio può essere quindi definita come un processo di acquisizione di conoscenze il cui scopo è eliminare, ridurre, e comunque gestire il controllo dei rischi connessi con l'esercizio dell'attività.

A questo scopo devono essere previste misure organizzative, procedurali, tecniche, documentali oltre ad un programma di costante formazione informazione degli addetti. Misure che devono avere una loro evidenza atta a documentarne l'applicazione e l'efficacia.

Il rischio

Il pericolo può essere definito come una proprietà intrinseca di un elemento e/o di una attività il cui danno potenziale è misurato in termini di gravità (tabella I).

La probabilità che la gravità del pericolo (danno) possa verificarsi può misurarsi in base allo schema seguente (tabella II).

Il rischio è definito come una funzione della gravità del pericolo (danno) e della probabilità che esso possa accadare: **R= f (P, G).** (tabella III).

Il rischio è una funzione della gravità del pericolo (danno) e della probabilità che esso possa accadare (tabella IV).

GRAVITÀ DEL PERICOLO (G)		
Valore	**Livello**	**Descrizione dei criteri**
1	Lieve	Il danno che può scaturire dal pericolo individuato consiste in una inabilità rapidamente reversibile
2	Medio	Il danno che può scaturire dal pericolo individuato consiste in una inabilità reversibile
3	Grave	Il danno che può scaturire dal pericolo individuato consiste in una invalidità parziale
4	Gravissimo	Il danno che può scaturire dal pericolo individuato consiste in effetti letali o di invalidità totale

Tabella I: la gravità del pericolo

La stima del rischio (la sua valutazione) diviene così il fondamento del programma delle azioni da intraprendere.

L'attività di valutazione è un'attività complessa e multidisciplinare. Investe diversi campi di indagine e metodi di

PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO (P)		
Valore	**Livello**	**Descrizione dei criteri**
1	Lieve	• La mancanza rilevata può provocare un danno in concomitanza di eventi poco probabili. • Non sono noti episodi già verificatisi. • Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità.
2	Medio	• La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi. • Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi. Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe grande sorpresa.
3	Grave	• La mancanza rilevata può provocare un danno, anche se non in modo automatico o diretto. • È noto qualche episodio in cui alla mancanza ha fatto seguito il danno. • Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe una moderata sorpresa in azienda.
4	Gravissimo	• Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno per i lavoratori. • Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata. • Il verificarsi del danno conseguente la mancanza rilevata non costituirebbe alcuno stupore in azienda.

Tabella II: la probabilità di accadimento

misurazione. Applica procedure tese a indagare la probabilità di accadimento e il livello del pericolo al quale sono soggetti coloro che ne sono esposti. Il solo DM 81 è composto di tredici titoli e 52 allegati oltre i decreti dedicati a settori specifici.

Il risultato atteso dalla valutazione del rischio è quindi l'acquisizione della conoscenza dei pericoli, della loro probabilità di accadimento e della stima del rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate. Consente di individuare gli ambiti su cui agire, le azioni da intraprendere per ridurre la probabilità di accadimento del pericolo nel caso il rischio non sia eliminabile, e di definire il programma di gestione e di miglioramento.

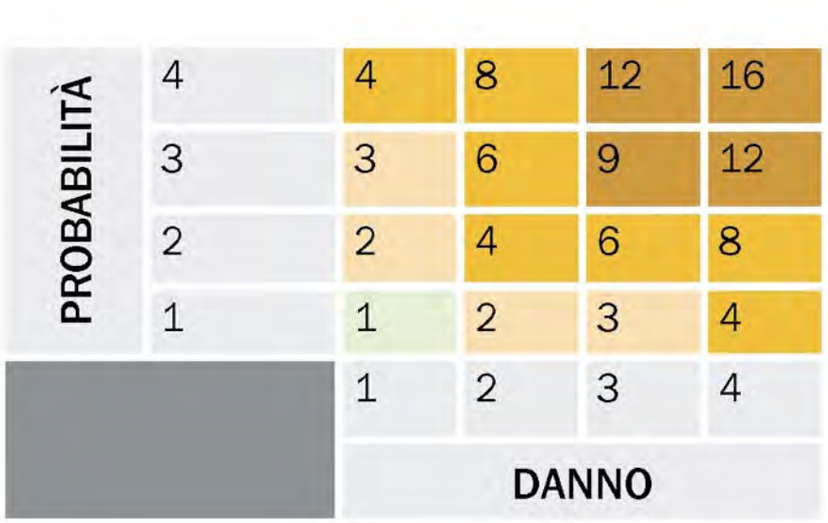


Tabella III: il danno

STIMA DEL RISCHIO (R)		VALUTAZIONE DEL RISCHIO	AZIONE
Rischio basso (RB)	R = 1	Improbabile	Azioni migliorative da valutare in fase di programmazione
Rischio medio (RM)	2 ≤ R ≥ 3	Accettabile	Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine
Rischio alto (RA)	4 ≤ R ≥ 8	Tollerabile	Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza
Rischio elevato (RE)	R > 8	Inaccettabile	Azioni correttive indilazionabili

Tabella IV: il rischio

1.4.2. Il programma di formazione informazione

Adempimento del Datore di lavoro/ Responsabile dell'attività.

L'organizzazione della sicurezza per essere un sistema efficace deve fondarsi su un modo condiviso di gestione del flusso delle informazioni e su un programma di formazione del personale.

Gli esiti della valutazione del rischio consentono al datore di lavoro o al responsabile della attività di predisporre, in accordo con Il RSPP, un programma di formazione e informazione. Programma che prevederà la formazione e l'addestramento degli addetti ai quali sono stati affidati compiti specifici (es. le squadre di emergenza) o di quelli per i quali la valutazione del rischio abbia rilevato esposizioni particolari (es. video terminalisti, movimentazioni manuale di carichi [...]) oltre per coloro che hanno avuto un incarico elettivo come gli RLS.

L'addestramento, le esercitazioni, le riunioni periodiche sono momenti del programma dove viene verificato il livello di preparazione del personale, valutati gli errori dei piani di gestione delle emergenze, fissati gli obbiettivi di miglioramento. I decreti sulla gestione della sicurezza dei musei prescrivono che venga simulata un'emergenza almeno una volta l'anno

1.4.3. Il registro dei controlli

Adempimento del Datore di lavoro: deve attuare la sorveglianza, il controllo e la manutenzione delle attrezzature ed impianti di protezione antincendio in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti.

Adempimento del Responsabile dell'attività: deve vigilare sul rispetto della normativa sulla sicurezza dei locali e deve provvedere affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza.

Deve curare la tenuta di un registro ove sono annotai tutti gli interventi ed i controlli relativi all'efficienza degli impianti elettrici e presidi antincendio.

Adempimenti del Responsabile tecnico alla sicurezza: deve garantire l'efficienza dei mezzi antincendio; che siano condotte periodicamente verifiche degli stessi mezzi con cadenza non superiore a sei mesi e annotarle nel registro dei controlli; che siano mantenuti efficienti gli impianti esistenti nell'edificio; che sia mantenuto un fascicolo aggiornato con tutti gli impianti esistenti nelle edificio.

I criteri generali di sicurezza antincendio previsti dal DM 10/03/1998 sono di ausilio per definire l'attività di controllo.

Cosa controllare: tutte le misure di protezione antincendio previste

✓ per garantire il sicuro utilizzo delle vie di esodo;

✓ per l'estinzione degli incendi;

✓ per la rilevazione e l'allarme in caso di incendi;

Inoltre devono essere oggetto di sorveglianza, controlli periodici e mantenute in efficienza:

✓ le vie d'uscita: devono essere sorvegliate periodicamente al fine di assicurare che siano libere da ostruzioni;

✓ le porte sulle vie di uscita: devono essere regolarmente controllate per assicurare che si aprano facilmente

✓ le porte resistenti al fuoco: devono essere regolarmente controllate per assicurarsi che non sussistano danneggiamenti e che chiudano regolarmente;

✓ le porte provviste di sistemi di chiusura automatici: devono essere controllate periodicamente per assicurare l'efficienza del dispositivo;

✓ la segnaletica direzionale delle uscite: deve essere oggetto di sorveglianza per assicurare la visibilità in caso di emergenza;

✓ tutte le misure antincendio: previste per migliorare la sicurezza delle vie di uscita, come evacuatori di fumo,devono essere verificati e mantenuto da persona competente;

✓ l'affollamento.

Come controllare: sorveglianza, controllo, manutenzione

Scopo dell'attività di sorveglianza, controllo e manutenzione è quello di rilevare e rimuovere qualunque causa, deficienza, danno od impedimento che possa pregiudicare il corretto funzionamento ed uso dei presidi antincendio.

Sorveglianza: controllo visivo atto a verificare che le attrezzature e gli impianti antincendio siano nelle normali condizioni operative, siano facilmente accessibili e non presentino danni materiali accertabili tramite esame visivo. La sorveglianza può essere effettuata dal personale normalmente presente nelle aree protette dopo aver ricevuto adeguate istruzioni.

Controllo periodico: insieme di operazioni da effettuarsi con frequenza almeno semestrale, per verificare la completa e corretta funzionalità delle attrezzature e degli impianti.

Manutenzione: operazione od intervento finalizzato a mantenere in efficienza ed in buono stato le attrezzature e gli impianti

In sintesi:

Il responsabile tecnico alla sicurezza deve predisporre un sistema di controlli programmato in tre fasi operative.

1) la sorveglianza: controlli visivi sulla normale condizione operative di estintori, porte, fruibilità delle vie di esodo. Controllo eseguito da personale non specializzato ma che abbia ricevuto adeguate istruzioni da effettuare con cadenze brevi (giornaliere / settimanali);

2) il controllo periodico: eseguito da personale specializzato che certifichi la funzionalità delle attrezzature e degli impianti (secondo le norme di riferimento, da programma di manutenzione ordinaria);

3) La manutenzione: eseguita da personale specializzato che effettui gli interventi finalizzati a mantenere in efficienza le attrezzature e l'impianti.

Il Registro dei controlli è il documento che assicura la corretta applicazione del programma e che da evidenza del fatto che è stato istituito un sistema di procedure di controllo dedicato a dare garanzia dell'efficienza ed efficacia del sistema impianti.

Sul Registro dei Controlli sono riportati:

✓ i nominativi degli addetti alle emergenza e di primo soccorso giornalmente presenti in sede;

✓ gli esiti dei controlli della attività di sorveglianza;

✓ gli esiti dei controlli con le indicazioni delle necessità di interventi di manutenzione;

✓ gli esiti delle manutenzioni eseguite a seguito dei controlli;

✓ gli esiti delle esercitazioni di emergenza (valutazioni sull'esito, adeguamento delle procedure dei piani di emergenza, processo di miglioramento);

✓ gli interventi di emergenza (valutazioni sull'esito, adeguamento delle procedure, processo di miglioramento);

✓ gli interventi di manutenzione straordinaria;

✓ gli interventi di modifica degli impianti e la loro certificazione di conformità se necessaria.

Assicurare l'Organo di Controllo che l'efficienza degli impianti è una attività regolamentata e controllata è quindi un compito della organizzazione del museo.

Tra l'altro la stessa assicurazione è richiesta nei report relativi alle condizioni dei prestiti. Spesso sono previste domande sull'organizzazione del museo dedicata a garantire l'efficienza degli impianti (di climatizzazione, elettrici, di sicurezza) e quali sono le procedure applicate da personale addetto ai controlli ed alle emergenze e il livello del loro addestramento.

1.4.4. Il contratto di manutenzione degli impianti

I contratti di manutenzione degli impianti oltre a essere redatti per ottemperare agli obblighi previsti dalle norme di riferimento possono anche avere lo scopo di acquisire o aggiornare il censimento delle apparecchiature che lo compongono, il loro stato di efficienza ed a raccogliere in un unico documento la storia dell'impianto, la data di esecuzione, il nome del progettista dell'installatore e del collaudatore. Il documento del collaudo e la data, degli interventi successivi e delle loro certificazioni di conformità.

Questo non solo per acquisire un archivio documentato della storia dell'impianto, ma anche per consentire a chi

commissiona la manutenzione di proporre un affidamento basato su informazioni accertate preventivamente e per indurre l'affidatario ad assumere una gestione consapevole e informata dello stato di efficienza dell'impianto e della sua conformità alle normative.

Inoltre uno dei dati economici più difficili da quantificare anticipatamente è quello relativo alle manutenzioni straordinarie (la imprevedibilità è alla base dell'intervento straordinario).

La valutazione preventiva dello stato di efficienza dell'impianto, la conoscenza della conformità alle normative, l'analisi della spesa degli anni precedenti sono informazioni che dovrebbero favorire, in una programmazione pluriennale della spesa, una plausibile previsione delle necessità.

Solo a titolo esemplificativo la modulistica per la gestione e manutenzione di un impianto potrebbe essere

1) redazione di un libretto di impianto dove sono individuati:

✓ i nominativi del progettista dell'installatore e data dell'istallazione, del collaudatore e data del collaudo;

✓ i responsabili dell'esercizio delle manutenzioni precedenti e quello attuale;

✓ una descrizione dell'impianto;

Estintori portatili	UNI 9994	mesi 6
Rete idrica	UNI 10779	mesi 6
Manichette	UNI 671.3	mesi 6
Gruppi pompe - rete alimentazione idrica - sprikler	UNI EN 12845	settimanale, tre mesi, sei mesi *
Rilevazione e segnalazione automatica incendio	UNI 9795 UNI 11224	mesi uno,mesi sei *
Illuminazione di emergenza	UNI 11222	settimanale, mesi uno, mesi sei, mesi dodici *
Sistemi di apertura porte di sicurezza	UNI 179 UNI 11255	mesi uno
Sistemi di estinzione a gas	UNI 10877	mesi sei
Impianti di protezione scariche atmosferiche	CEI 81-10/4 DPR 462/01	anni 2 / 5 DPR 462/01
Alimentazioni servizi di sicurezza e servizi di sicurezza a batteria	UNI	mesi 6
Impianti ordinari	CEI 64 -50 / 64 -8/6	anni tre
Interruttori differenziali	CEI 64 -15	mesi 6 / anni uno / anni tre *

* la norma ripartisce le modalità e le cose da controllare in periodicità diverse.

Normativa di riferimento e periodicità dei controlli

✓ il censimento dei componenti dell'impianto e loro ubicazione;

✓ le schede dei componenti;

✓ schemi funzionali dell'impianto e disegni as built;

2) redazione del fascicolo della manutenzione

✓attività e procedure della manutenzione programmata con indicazione delle norme di riferimento;

✓controllo preliminare dell'impianto con indicazione dell'esito;

✓scheda di manutenzione con indicazione degli esiti delle procedure;

✓scheda di gestione delle modifiche dell'impianto con allegati disegni e certificazioni di conformità.

I controlli e le manutenzione vanno effettuati conformemente alle norme di riferimento, alle normative tecniche di prodotto ed alle istruzioni del fabbricante.

La tabella che segue riporta un elenco non esaustivo delle normativa di riferimento e della periodicità dei controlli.

Diverse sono le tipologie di contratto utilizzate per le manutenzioni. Molto sinteticamente. Alcune prevedono interventi secondo la periodicità prevista dalle norme di riferimento e un costo per gli interventi straordinari (a chiamata), altre prevedono una più serrata programmazione dei controlli ordinari che ha lo scopo di prevenire i malfunzionamenti e di limitare gli interventi straordinari. Altre ancora prevedono l'acquisto dell'energia da organizzazioni diverse dal distributore. In questi casi il committente acquista energia concordando un prezzo unitario (che sarà oggetto di contabilità in funzione del consumo) o un prezzo forfettario, ad esempio annuo, (in questo caso è necessario aver acquisito una rilevazione dei consumi storici che consentano la valutazione del prezzo) con l'obbligo che vegano garantite prestazioni preventivamente pattuite (es. livelli di temperatura e umidità in ambiente). Alcuni di questi contratti prevedano che il prezzo di acquisto dell'energia (unitario o forfettario) comprenda anche la fornitura di altre prestazioni (es. la manutenzione ordinaria) oltre a incentivi per il risparmio energetico realizzato sia con una gestione che razionalizzi il consumo che ad una resa dell'impianto idoneamente gestito e mantenuto.

1.4.5. Il contratto di manutenzione degli impianti

<u>Adempimento del Responsabile dell'attività/ Datore di lavoro</u>

La valutazione del rischio indaga sui rischi connessi con lo svolgimento dell'attività del museo della cui organizzazione è responsabile il datore di lavoro del museo. Non può indagare

sui rischi connessi con le attività che si svolgono nel museo mediante l'intervento di organizzazioni esterne a quella del museo. Organizzazioni delle quali sono responsabili altri datori di lavoro.

È questo il caso degli affidamenti di servizi, appalti d'opera o somministrazioni (es. la pulizia, il bookshop, le manutenzioni ordinarie). In questi casi Il datore di lavoro o il responsabile dell'attività deve:

✓ verificarne l'idoneità tecnica;

✓ fornire dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente dove andranno ad operare;

✓ promuovere la cooperazione e il coordinamento elaborando un documento unico di valutazione dei rischi che indichi le misure adottate per eliminare o ridurre i rischi da interferenze (DUVRI);

✓ i contratti dovranno indicare, pena la nullità, i costi delle misure adottate per ridurre al minimo i rischi in materia di sicurezza derivanti dalle interferenze della lavorazioni;

✓ quest'obbligo (redazione del DUVRI) non si applica ai servizi di natura intellettuale, alle mere forniture, nonché a lavori o servizi la cui durata non sia superiore ai due giorni.

La procedura prescritta prevede che una volta verificata l'idoneità tecnica della ditta e considerati i rischi che questa introduce nella sede museale, Il datore di lavoro committente promuova una attività di cooperazione e coordinamento con il fine di elaborare un unico documento di valutazione dei rischi (DUVRI) che indichi le misure adottate per eliminare o, ove ciò non sia possibile, ridurre al minimo i rischi da interferenze, documento che deve essere allegato al contratto.

Ad esempio. Affidamento del servizio di pulizia. L'attività di cooperazione e coordinamento ha il fine di valutare quali rischi l'attività di pulizia (utilizzo di sostanze chimiche, utilizzo di attrezzature, programmazione dei tempi di esecuzione del servizio, logistica della attività degli operatori, etc.) introduce nel museo e quali di questi interferiscono con l'attività del museo. Valuta la possibilità di eliminarli o ridurli e ne indica il costo. Elabora il DUVRI.

1.4.6. I cantieri

Un accenno sulla presenza di cantieri. Presenza che può essere dovuta a diverse ragioni. Manutenzione straordinaria, restauri, risanamento di parti dell'edificio, allestimenti di mostre temporanee etc.

Il Responsabile dell'attività (direttore del museo) ha il compito di vigilare *che siano rispettate le condizioni di esercizio in occasione di manutenzione, risistemazione e il restauro dei locali e dei beni posti al loro interno.*

Il DLgs 81 definisce altre figure che assumono un ruolo di primaria importanza nella gestione del cantiere. Il Responsabile dei lavori è colui che può essere incaricato dal Committente per svolgere i compiti ad esso attribuiti dalla normativa ed il Coordinatore alla sicurezza (obbligatorio in molti casi tra cui quello della presenza in cantiere di più di una ditta anche non contemporanea) è colui che redige il piano di sicurezza e coordinamento (sostitutivo in questi casi del DUVRI), intraprende l'attività di cooperazione e coordinamento, è responsabile della sua attuazione.

Il piano deve regolamentare tutte le fasi esecutive del cantiere che dovranno essere programmate in modo da non alterare le condizioni di sicurezza del museo. Dovrà prevedere i rischi dovuti all'interferenza dell'attività del cantiere con quella del museo. Dovrà progettare la logistica del cantiere (stoccaggio e movimentazione dei materiali, accessi degli operatori, gestione delle emergenza etc...).

1.5. L'evoluzione della normativa di prevenzione incendi: il DM 9/05/2007

Con l'emanazione del DM del 9/05/2007 (di particolare importanza per gli edifici di rilevanza architettonica, per quelli pregevoli per arte o storia) vengono emesse le direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio. Approccio che non limita la conformità della prevenzione incendi alla applicazione di norme prescrittive, ma introduce la possibilità che scelte, obbiettivi, metodi di calcolo, siano posti a base del progetto di prevenzioni incendi.

Il decreto prescrive che venga elaborato un documento per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio (denominato SGSA). Sistema che programmi come assicurare che le scelte e le ipotesi poste a base del progetto costituiscono vincoli e limitazioni imprescindibili per l'esercizio dell'attività esplicitando i provvedimenti gestionali relativamente a:

✓ organizzazione del personale;

✓ identificazione e valutazione dei pericoli derivanti dall'attività;

✓ controllo operativo;

✓ gestione delle modifiche;

✓ pianificazione di emergenza;

✓ sicurezza delle squadre di soccorso;

✓ controllo delle prestazioni;

✓ manutenzione dei sistemi di protezione;

✓ controllo e revisione.

Questo decreto non sostituisce alcuna delle norme persistenti ma contribuisce a dare vigore al criterio che da un lato individua nel progettista il responsabile delle scelte delle condizioni e degli obbiettivi posti alla base del progetto e dall'altro dà sempre maggior peso agli obblighi gestionali in tema di sicurezza dei responsabili delle attività che sono coloro che devono assicurare il mantenimento nel tempo delle condizioni di sicurezza.

Il compito del mantenimento delle condizioni di sicurezza, quello di assicurare l'efficienza e l'efficacia del sistema edificio impianti del museo e della riduzione della probabilità dell'accadimento di pericoli per la salute e la sicurezza dei lavoratori, dei fruitori del museo e delle opere conservate può essere garantito con l' applicazione di un sistema di indagine, conoscenza, procedura, manutenzione e verifica . Sistema che consenta un approccio 'alla sicurezza' dedicato soprattutto a contribuire alla realizzazione della missione del museo.

DLGS 81 - DELEGA DI FUNZIONI DA PARTE DEL DATORE DI LAVORO: LIMITI E CONDIZIONI

La delega di funzioni da parte del datore di lavoro è ammessa con i seguenti limiti e condizioni:
- che risulti da un atto scritto recante data certa;
- che il delegato possegga tutti i requisiti di professionalità ed esperienza richiesti dalla specifica natura della delega;
- che essa attribuisca al delegato tutti i poteri di organizzazione , gestione, e controllo richiesti dalla specifica natura delle funzioni delegate;
- che essa attribuisca al delegato l'autonomia di spesa necessaria allo svolgimento delle funzioni delegate;
- che la delega sia accettata dal delegato per iscritto;
- alla delega deve essere data adeguata e tempestiva pubblicità.

Il soggetto delegato può a sua volta, previa intesa con il datore di lavoro, delegare specifiche funzioni in materia di salute e sicurezza sul lavoro alle medesime condizioni.

La delega di funzioni non esclude l'obbligo di vigilanza in capo al delegante.

DLGS 81: Delega di funzioni da parte del datore di lavoro.

DLGS 81- SEMPLIFICAZIONI ORGANIZZATIVE E PROCEDURALI IN FUNZIONE DEL NUMERO DEI LAVORATORI OCCUPATI

articolo	adempimento	tipologia di azienda
Art 29 comma 5	Il datore di lavoro può autocertificazione di aver effettuato la valutazione del rischio fino al 31/12/2012 con l'esclusione delle aziende dell'art 31	Aziende fino a 10 lavoratori
Art 31 comma 6	SPP interno obbligatorio	Aziende industriali con + 200 lavoratori Industrie estrattive con + 50 lavoratori Strutture di ricovero pubbliche e private con + 50 lavoratori
Art 34	Il datore di lavoro può effettuare direttamente i compiti RSPP	Aziende artigiane fino a 30 lavoratori Aziende agricole fino a 30 lavoratori Aziende della pesca fino a 20 lavoratori Altre Aziende fino a 200 lavoratori
Art 34	Il datore di lavoro po' effettuare direttamente i compiti di: - primo soccorso - prevenzione incendi e di evacuazione	Aziende fino a 5 lavoratori
Art 35	La riunione periodica si deve convocare	- Aziende con + di 15 lavoratori - Aziende fino a 15 lavoratori è facoltà del RLS richiederne la convocazione
All. 4 p.1.13.3.2	Gli uomini e le donne possono separatamente usare lo stesso gabinetto	Quando sia impossibile a causa di vincoli urbanistici e o architettonici Se i lavoratori di sesso diverso sono < 10
All. 4 p.1.12.2	Utilizzo dello spogliatoio per entrambi e sessi con turnazione	Aziende fino a 5 lavoratori
Art 47	Numero minimo RLS	1 fino a 200 lavoratori 3 da 201 a 1.000 6 oltre 1.000
Art 47	RLS per aziende fino a 15 lavoratori	- Elezione diretta - individuazione per più aziende nell'ambito territoriale di comparto produttivo
Art 47	RLS per aziende oltre i 15 lavoratori	È designato o eletto nell'ambito delle rappresentanze sindacali in azienda. In assenza di tali rappresentanze è eletto dai lavoratori al loro interno

DLGS 81: Semplificazioni organizzative e procedurali in funzione del numero di lavoratori occupati.

DLGS 81 - COMPUTO DEI LAVORATORI PER IL CALCOLO DELLE SEMPLIFICAZIONI

Non vanno computati:
- Collaboratori familiari;
- Tirocinanti;
- Allievi istituti di istruzione o universitari;
- Partecipanti ai corsi di formazione professionale;
- Assunti con contratto a tempo determinato in sostituzione di altri prestatori assenti con diritto di conservazione del posto;
- i volontari;
- I lavoratori utilizzati nei lavori socialmente utili;
- i lavoratori autonomi;
- i collaboratori coordinati e continuativi.

DLGS 81: Computo dei lavoratori per il calcolo delle semplificazioni.

CIRCOLARE N. 36 DELL'11 DICEMBRE 1985 "PREVENZIONE INCENDI: CHIARIMENTI INTERPRETATIVI DI VIGENTI DISPOSIZIONI E PARERI ESPRESSI DAL COMITATO CENTRALE TECNICO SCIENTIFICO PER LA PREVENZIONE INCENDI SU QUESTIONI E PROBLEMI DI PREVENZIONE INCENDI"	
articolo	**adempimento**
Punto 11) **Decreto ministeriale 16 febbraio 1982 punto 87): Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio con superficie lorda superiore a 400 m2 comprensiva dei servizi e depositi.**	**Chiarimento:** Rientrano tra le attività di cui al punto 87) del decreto ministeriale 16 febbraio 1982 i musei, gallerie e simili aperti al pubblico quando le rispettive superfici lorde superano i 400 m2.
Punto 12) **Chiarimento:** Da più parti, e segnatamente dall'Amministrazione per i beni culturali ed ambientali, viene richiesto di conoscere quali effettivamente, ai fini antincendi, sono gli edifici compresi al punto 90) del decreto ministeriale 16 febbraio 1982 e pertanto soggetti ai controlli da parte dei vigili del fuoco.	a) non sono compresi al punto 90) del decreto ministeriale 16 febbraio 1982 e quindi non soggetti ai controlli di prevenzione incendi da parte dei comandi dei vigili del fuoco, gli edifici pregevoli per arte o storia nei quali non si svolge alcuna delle attività elencate nel citato decreto 16 febbraio 1982. Per tali edifici, però, restano soggette ai controlli antincendi le aree a rischio specifico, quali gli impianti di produzione di calore, le autorimesse, i depositi, ecc.; b) sono invece compresi al punto 90) del decreto ministeriale 16 febbraio 1982, e quindi soggetti ai controlli di prevenzione incendi da parte dei comandi dei vigili del fuoco, gli edifici pregevoli per arte o storia nei quali si svolge una o più delle attività elencate nel citato decreto 16 febbraio 1982, quali i musei o esposizioni, gli alberghi, gli ospedali, le scuole, i teatri, i cinematografi, ecc.; per tali edifici, in relazione all'uso a cui sono destinati, debbono osservarsi oltre alle disposizioni di cui al regio decreto 7 novembre 1942, n. 1564, anche le norme antincendi specifiche previste per le attività in essi svolte.

Circolare n. 36, 11 dicembre 1985: prevenzione incendi.

DM 569 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER ATTIVITÀ CHE SI SVOLGONO IN LOCALI CON SUPERFICIE < 400 mq (comprensiva di servizi e depositi)	
articolo	**adempimento**
Art 13 c 1	la sovrintendenza accerta se l'attività si svolge in locali di superficie < di 400mq
Art 13 c 2	Il DM si applica limitatamente a: a) le misure precauzionali di sfollamento di cui all'art 3; b) è vietato l'uso di fiamma libere (art 5 c.1); c) è vietato il deposito di sostanze infiammabili eccedenti il normale uso giornaliero necessarie per l'attività di restauro all'interno dell'edificio (art 5 c.2); d) ove è svolta l'attività di restauro gli impianti elettrici non devono costruire causa di pericolo(art 5 c.2); e) le prescrizioni per i depositi di cui all'art 6 limitatamente ai commi 1 e 2; f) sono applicate le disposizioni per le aree a rischio specifico (centrali termiche, autorimesse, gruppi elettrogeni); g) la realizzazione degli impianti elettrici deve essere conforme alle normative di riferimento(art 8 c.1); h) gli ambienti dove è consentito l'accesso al pubblico devono essere dotati di un sistema di illuminazione di sicurezza che deve indicare i percorsi di deflusso e le uscite di sicurezza (art 8 c.2); i) per ogni 150 mq di superficie di pavimento deve essere presente un estintore portatile con capacità estinguente non inferiore a 13 A (art 9 c.1); f) piani di emergenza e istruzioni di sicurezza (art 11 limitatamente ai commi 1,2,3 e 4); g) le disposizioni di cui all'art 12 in materia di conservazione del materiale esposto.

DM 569: Prescrizioni particolari per locali inferiori a 400 mq di superficie.

DLGS 81 - I CANTIERI
TABELLA DI SINTESI DEGLI ADEMPIMENTI DEI CANTIERI

	Numero delle imprese	1	>1	A cura di	Riferimenti normativi
Adempimenti	Verifica idoneità tecnico - professionale	SI	SI	Committente/ responsabile dei lavori (3)	Art 90
	Notifica preliminare	SI (1)	SI(1)	Committente/ responsabile dei lavori	Art 99
	Nomina dei coordinatori in fase di progettazione ed esecuzione	NO (2)	SI (2)	Committente/ responsabile dei lavori	Art 90
	Redazione del piano di sicurezza e fascicolo (PSC)	NO (2)	SI (2)	Coordinatori	Art 91
	Redazione del piano operativo della sicurezza (POS)	SI	SI	Affidatario Tutti gli appaltatori (4)	Art 96 e 97
	Stima dei costi della sicurezza	SI	SI	Coordinatori	All. XV (5)

(1) la notifica deve essere redatta per cantieri: a) dove opera un'unica impresa con un'entità presunta > 200 uomini/giorno; b) se prevista la presenza di più di una impresa anche non contemporanea; c) per cantieri inizialmente non soggetti all'obbligo ma che ne ricadono per effetto di varianti.

(2) la nomina dei coordinatori è prevista: a) nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea; b) nel caso in cui, dopo l'affidamento dei lavori a un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata a una o più imprese; c) la disposizione della nomina del coordinatore per la progettazione non si applica ai lavori privati non soggetti a permesso di costruire in base alla normativa vigente e comunque di importo inferiore ad euro 100.000. In tal caso, le funzioni del coordinatore per la progettazione sono svolte dal coordinatore per la esecuzione dei lavori.

(3) a) anche nei casi di affidamento ad un'unica impresa o a un lavoratore autonomo; b) in caso di sub appalto l'affidatario verifica l'idoneità tecnica dei sub appaltatori (all. XVII).

(4) a) anche nel caso operi un'unica impresa anche familiare e con < di 10 addetti; b) l'affidatario verifica la congruenza dei POS delle imprese esecutrici.

(5) per le opere di cui al DLgs 163 per le quali non è prevista la redazione del PSC le amministrazioni appaltanti stimano i costi della sicurezza.

DLGS 81: i cantieri.

Video sorveglianza. Il decreto del garante

Provvedimento in materia di videosorveglianza - 8 aprile 2010

(Gazzetta Ufficiale n. 99 del 29 aprile 2010)

IL GARANTE PER LA PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI

NELLA riunione odierna, in presenza del prof. Francesco Pizzetti, presidente, del dott. Giuseppe Chiaravalloti, vice presidente, del dott. Mauro Paissan e del dott. Giuseppe Fortunato, componenti e del dott. Daniele De Paoli, segretario generale reggente;

VISTO lo schema del provvedimento in materia di videosorveglianza approvato dal Garante il 22 dicembre 2009 e trasmesso al Ministero dell'Interno, all'Unione delle Province d'Italia (UPI) ed all'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI), al fine di acquisirne preventivamente le specifiche valutazioni per i profili di competenza;

CONSIDERATE le osservazioni formulate dall' ANCI con note del 25 febbraio 2010 (prot. n. 10/Area INSAP/AR/crc-10) e del 29 marzo 2010 (prot. n. 17/Area INSAP/AR/ar-10);

CONSIDERATE le osservazioni formulate dal Ministero dell'Interno con nota del 26 febbraio 2010;

VISTO il Codice in materia di protezione dei dati personali (d.lg. 30 giugno 2003, n. 196);

VISTE le osservazioni dell'Ufficio, formulate dal segretario generale ai sensi dell'art. 15 del regolamento n. 1/2000;

Relatore il prof. Francesco Pizzetti;

1. PREMESSA

Il trattamento dei dati personali effettuato mediante l'uso di sistemi di videosorveglianza non forma oggetto di legislazione specifica; al riguardo si applicano, pertanto, le disposizioni generali in tema di protezione dei dati personali.

Il Garante ritiene necessario intervenire nuovamente in tale settore con il presente provvedimento generale che sostituisce quello del 29 aprile 2004[1].

Ciò in considerazione sia dei numerosi interventi legislativi in materia, sia dell'ingente quantità di quesiti, segnalazioni, reclami e richieste di verifica preliminare in materia sottoposti a questa Autorità.

Nel quinquennio di relativa applicazione, infatti, talune disposizioni di legge hanno attribuito ai sindaci e ai comuni specifiche competenze volte a garantire l'incolumità pubblica e la sicurezza urbana[2], mentre altre norme, statali[3] e regionali[4], hanno previsto altresì forme di incentivazione economica a favore delle amministrazioni pubbliche e di soggetti privati al fine di incrementare l'utilizzo della videosorveglianza quale forma di difesa passiva, controllo e deterrenza di fenomeni criminosi e vandalici.

2. TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI E VIDEOSORVEGLIANZA: PRINCIPI GENERALI

La raccolta, la registrazione, la conservazione e, in generale, l'utilizzo di immagini configura un trattamento di dati personali (art. 4, comma 1, lett. b), del Codice). È considerato dato personale, infatti, qualunque informazione relativa a persona

fisica identificata o identificabile, anche indirettamente, mediante riferimento a qualsiasi altra informazione.

Un'analisi non esaustiva delle principali applicazioni dimostra che la videosorveglianza è utilizzata a fini molteplici, alcuni dei quali possono essere raggruppati nei seguenti ambiti generali:

1) protezione e incolumità degli individui, ivi ricompresi i profili attinenti alla sicurezza urbana, all'ordine e sicurezza pubblica, alla prevenzione, accertamento o repressione dei reati svolti dai soggetti pubblici, alla razionalizzazione e miglioramento dei servizi al pubblico volti anche ad accrescere la sicurezza degli utenti, nel quadro delle competenze ad essi attribuite dalla legge;

2) protezione della proprietà;

3) rilevazione, prevenzione e controllo delle infrazioni svolti dai soggetti pubblici, nel quadro delle competenze ad essi attribuite dalla legge;

4) acquisizione di prove.

La necessità di garantire, in particolare, un livello elevato di tutela dei diritti e delle libertà fondamentali rispetto al trattamento dei dati personali consente la possibilità di utilizzare sistemi di videosorveglianza, purché ciò non determini un'ingerenza ingiustificata nei diritti e nelle libertà fondamentali degli interessati.

Naturalmente l'installazione di sistemi di rilevazione delle immagini deve avvenire nel rispetto, oltre che della disciplina in materia di protezione dei dati personali, anche delle altre disposizioni dell'ordinamento applicabili, quali ad es. le vigenti norme dell'ordinamento civile e penale in materia di interferenze illecite nella vita privata[5], sul controllo a distanza dei lavoratori[6], in materia di sicurezza presso stadi e impianti sportivi[7], o con riferimento a musei, biblioteche statali e archivi di Stato[8], in relazione ad impianti di ripresa sulle navi da passeggeri adibite a viaggi nazionali[9] e, ancora, nell'ambito dei porti, delle stazioni ferroviarie, delle stazioni delle ferrovie metropolitane e nell'ambito delle linee di trasporto urbano[10].

In tale quadro, pertanto, è necessario che:

a) il trattamento dei dati attraverso sistemi di videosorveglianza sia fondato su uno dei presupposti di liceità che il Codice prevede espressamente per i soggetti pubblici da un lato (svolgimento di funzioni istituzionali: artt. 18-22 del Codice) e, dall'altro, per soggetti privati ed enti pubblici economici (es. adempimento ad un obbligo di legge, provvedimento del Garante di c.d. "bilanciamento di interessi" - v., in proposito, punto 6.2- o consenso libero ed espresso: artt. 23-27 del Codice). Si tratta di presupposti operanti in settori diversi e che sono pertanto richiamati separatamente nei successivi

paragrafi del presente provvedimento relativi, rispettivamente, all'ambito pubblico e a quello privato;

b) ciascun sistema informativo ed il relativo programma informatico vengano conformati già in origine in modo da non utilizzare dati relativi a persone identificabili quando le finalità del trattamento possono essere realizzate impiegando solo dati anonimi (es., configurando il programma informatico in modo da consentire, per monitorare il traffico, solo riprese generali che escludano la possibilità di ingrandire le immagini e rendere identificabili le persone). Lo impone il principio di necessità, il quale comporta un obbligo di attenta configurazione di sistemi informativi e di programmi informatici per ridurre al minimo l'utilizzazione di dati personali (art. 3 del Codice);

c) l'attività di videosorveglianza venga effettuata nel rispetto del c.d. principio di proporzionalità nella scelta delle modalità di ripresa e dislocazione (es. tramite telecamere fisse o brandeggiabili, dotate o meno di zoom), nonché nelle varie fasi del trattamento che deve comportare, comunque, un trattamento di dati pertinenti e non eccedenti rispetto alle finalità perseguite (art. 11, comma 1, lett. d) del Codice).

3. ADEMPIMENTI APPLICABILI A SOGGETTI PUBBLICI E PRIVATI

3.1. Informativa

Gli interessati devono essere sempre informati che stanno per accedere in una zona videosorvegliata; ciò anche nei casi di eventi e in occasione di spettacoli pubblici (es. concerti, manifestazioni sportive).

A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare lo stesso modello semplificato di informativa "minima", indicante il titolare del trattamento e la finalità perseguita, già individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice nel provvedimento del 2004 e riportato in *fac-simile* nell'allegato n. 1 al presente provvedimento.

Il modello è ovviamente adattabile a varie circostanze. In presenza di più telecamere, in relazione alla vastità dell'area oggetto di rilevamento e alle modalità delle riprese, potranno essere installati più cartelli.

Il supporto con l'informativa:

✓ deve essere collocato prima del raggio di azione della telecamera, anche nelle sue immediate vicinanze e non necessariamente a contatto con gli impianti;

✓ deve avere un formato ed un posizionamento tale da essere chiaramente visibile in ogni condizione di illuminazione ambientale, anche quando il sistema di videosorveglianza sia eventualmente attivo in orario notturno;

✓ può inglobare un simbolo o una stilizzazione di esplicita e immediata comprensione, eventualmente diversificati al fine di informare se le immagini sono solo visionate o anche registrate.

Il Garante ritiene auspicabile che l'informativa, resa in forma semplificata avvalendosi del predetto modello, poi rinvii a un testo completo contenente tutti gli elementi di cui all'art. 13, comma 1, del Codice, disponibile agevolmente senza oneri per gli interessati, con modalità facilmente accessibili anche con strumenti informatici e telematici (in particolare, tramite reti Intranet o siti Internet, affissioni in bacheche o locali, avvisi e cartelli agli sportelli per gli utenti, messaggi preregistrati disponibili digitando un numero telefonico gratuito).

In ogni caso il titolare, anche per il tramite di un incaricato, ove richiesto è tenuto a fornire anche oralmente un'informativa adeguata, contenente gli elementi individuati dall'art. 13 del Codice.

3.1.1. Informativa e sicurezza

Talune disposizioni del Codice, tra le quali quella riguardante l'obbligo di fornire una preventiva informativa agli interessati, non sono applicabili al trattamento di dati personali effettuato, anche sotto forma di suoni e immagini, dal *"Centro elaborazione dati del Dipartimento di pubblica sicurezza o da forze di polizia sui dati destinati a confluirvi in base alla legge, ovvero da organi di pubblica sicurezza o altri soggetti pubblici per finalità di tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica, prevenzione, accertamento o repressione dei reati, effettuati in base ad espressa disposizione di legge che preveda specificamente il trattamento" (art. 53 del Codice).*

Alla luce di tale previsione del Codice, i predetti titolari del trattamento di dati personali devono osservare i seguenti principi:

a) l'informativa può non essere resa quando i dati personali sono trattati per il perseguimento delle finalità di tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica, prevenzione, accertamento o repressione dei reati;

b) il trattamento deve comunque essere effettuato in base ad espressa disposizione di legge che lo preveda specificamente.

3.1.2. Ulteriori specificazioni: l'informativa eventuale nella videosorveglianza effettuata per finalità di tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica, prevenzione, accertamento o repressione dei reati

Il Garante, al fine di rafforzare la tutela dei diritti e delle libertà fondamentali degli interessati, ritiene fortemente auspicabile che l'informativa, benché non obbligatoria, laddove l'attività di videosorveglianza sia espletata ai sensi dell'art. 53 del Codice, sia comunque resa in tutti i casi nei quali non ostano in concreto specifiche ragioni di tutela e sicurezza pubblica o di prevenzione, accertamento o repressione dei reati.

Ciò naturalmente all'esito di un prudente apprezzamento volto a verificare che l'informativa non ostacoli, ma anzi rafforzi, in concreto l'espletamento delle specifiche funzioni perseguite, tenuto anche conto che rendere palese l'utilizzo dei sistemi di videosorveglianza può, in molti casi, svolgere una efficace funzione di deterrenza.

A tal fine i titolari del trattamento possono rendere nota la rilevazione di immagini tramite impianti di videosorveglianza attraverso forme anche semplificate di informativa, che evidenzino, mediante l'apposizione nella cartellonistica di riferimenti grafici, simboli, diciture, l'utilizzo di tali sistemi per finalità di tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica, prevenzione, accertamento o repressione dei reati.

In ogni caso resta fermo che, anche se i titolari si avvalgono della facoltà di fornire l'informativa, resta salva la non applicazione delle restanti disposizioni del Codice tassativamente indicate dall'art. 53, comma 1, lett. a) e b).

Va infine sottolineato che deve essere obbligatoriamente fornita un'idonea informativa in tutti i casi in cui, invece, i trattamenti di dati personali effettuati tramite l'utilizzo di sistemi di videosorveglianza dalle forze di polizia, dagli organi di pubblica sicurezza e da altri soggetti pubblici non siano riconducibili a quelli espressamente previsti dall'art. 53 del Codice (es. utilizzo di sistemi di rilevazioni delle immagini per la contestazione delle violazioni del Codice della strada).

3.1.3. Informativa da parte dei soggetti privati che effettuano collegamenti con le forze di polizia

I trattamenti di dati personali effettuati da soggetti privati tramite sistemi di videosorveglianza, direttamente collegati con le forze di polizia, esulano dall'ambito di applicazione dell'art. 53 del Codice. Pertanto, l'attivazione del predetto collegamento deve essere reso noto agli interessati. A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare il modello semplificato di informativa "minima" - indicante il titolare del trattamento, la finalità perseguita ed il collegamento con le forze di polizia- individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice e riportato in fac-

simile nell'allegato n. 2 al presente provvedimento. Nell'ambito del testo completo di informativa reso eventualmente disponibile agli interessati, tale collegamento deve essere reso noto.

Al predetto trattamento si applicano le prescrizioni contenute nel punto 4.6

La violazione delle disposizioni riguardanti l'informativa di cui all'art. 13, consistente nella sua omissione o inidoneità (es. laddove non indichi comunque il titolare del trattamento, la finalità perseguita ed il collegamento con le forze di polizia), è punita con la sanzione amministrativa prevista dall'art. 161 del Codice.

Le diverse problematiche riguardanti le competenze attribuite ai comuni in materia di sicurezza urbana sono esaminate al punto 5.1.

3.2. Prescrizioni specifiche

3.2.1. Verifica preliminare

I trattamenti di dati personali nell'ambito di una attività di videosorveglianza devono essere effettuati rispettando le misure e gli accorgimenti prescritti da questa Autorità come esito di una verifica preliminare attivata d'ufficio o a seguito di un interpello del titolare *(art. 17 del Codice)*, quando vi sono rischi specifici per i diritti e le libertà fondamentali, nonché per la dignità degli interessati, in relazione alla natura dei dati o alle modalità di trattamento o agli effetti che può determinare.

In tali ipotesi devono ritenersi ricompresi i sistemi di raccolta delle immagini associate a dati biometrici. L'uso generalizzato e incontrollato di tale tipologia di dati può comportare, in considerazione della loro particolare natura, il concreto rischio del verificarsi di un pregiudizio rilevante per l'interessato, per cui si rende necessario prevenire eventuali utilizzi impropri, nonché possibili abusi.

Ad esempio, devono essere sottoposti alla verifica preliminare di questa Autorità i sistemi di videosorveglianza dotati di software che permetta il riconoscimento della persona tramite collegamento o incrocio o confronto delle immagini rilevate (es. morfologia del volto) con altri specifici dati personali, in particolare con dati biometrici, o sulla base del confronto della relativa immagine con una campionatura di soggetti precostituita alla rilevazione medesima.

Un analogo obbligo sussiste con riferimento a sistemi c.d. intelligenti, che non si limitano a riprendere e registrare le immagini, ma sono in grado di rilevare automaticamente comportamenti o eventi anomali, segnalarli, ed eventualmente registrarli. In linea di massima tali sistemi devono considerarsi eccedenti rispetto alla normale attività di videosorveglianza, in

quanto possono determinare effetti particolarmente invasivi sulla sfera di autodeterminazione dell'interessato e, conseguentemente, sul suo comportamento. Il relativo utilizzo risulta comunque giustificato solo in casi particolari, tenendo conto delle finalità e del contesto in cui essi sono trattati, da verificare caso per caso sul piano della conformità ai principi di necessità, proporzionalità, finalità e correttezza *(artt. 3 e 11 del Codice)*.

Deve essere sottoposto a verifica preliminare l'utilizzo di sistemi integrati di videosorveglianza nei casi in cui le relative modalità di trattamento non corrispondano a quelle individuate nei punti 4.6 e 5.4 del presente provvedimento.

Ulteriori casi in cui si rende necessario richiedere una verifica preliminare riguardano l'allungamento dei tempi di conservazione dei dati delle immagini registrate oltre il previsto termine massimo di sette giorni derivante da speciali esigenze di ulteriore conservazione, a meno che non derivi da una specifica richiesta dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria in relazione a un'attività investigativa in corso (v. punto 3.4).

Comunque, anche fuori dalle predette ipotesi, in tutti i casi in cui i trattamenti effettuati tramite videosorveglianza hanno natura e caratteristiche tali per cui le misure e gli accorgimenti individuati nel presente provvedimento non sono integralmente applicabili, in relazione alla natura dei dati o alle modalità del trattamento o agli effetti che possono determinare, il titolare del trattamento è tenuto a richiedere una verifica preliminare a questa Autorità.

3.2.2. Esclusione della verifica preliminare

Il titolare del trattamento di dati personali effettuato tramite sistemi di videosorveglianza non deve richiedere una verifica preliminare purché siano rispettate tutte le seguenti condizioni:

a) il Garante si sia già espresso con un provvedimento di verifica preliminare in relazione a determinate categorie di titolari o di trattamenti;

b) la fattispecie concreta, le finalità del trattamento, la tipologia e le modalità d'impiego del sistema che si intende adottare, nonché le categorie dei titolari, corrispondano a quelle del trattamento approvato;

c) si rispettino integralmente le misure e gli accorgimenti conosciuti o concretamente conoscibili prescritti nel provvedimento di cui alla lett. a) adottato dal Garante.

Resta inteso che il normale esercizio di un impianto di videosorveglianza, non rientrante nelle ipotesi previste al precedente punto 3.2.1, non deve essere sottoposto all'esame preventivo del Garante, sempreché il trattamento medesimo avvenga con modalità conformi al presente provvedimento.

Resta altresì inteso che nessuna approvazione implicita può desumersi dal semplice inoltro al Garante di documenti relativi a progetti di videosorveglianza (spesso generici e non valutabili a distanza) cui non segua un esplicito riscontro dell'Autorità, in quanto non si applica il principio del silenzio-assenso.

3.2.3. Notificazione

È regola generale che i trattamenti di dati personali devono essere notificati al Garante solo se rientrano in casi specificamente previsti (art. 37 del Codice). In relazione a quanto stabilito dalla lett. f), del comma 1, dell'art. 37, questa Autorità ha già disposto che non vanno comunque notificati i trattamenti di dati effettuati per esclusive finalità di sicurezza o di tutela delle persone o del patrimonio ancorché relativi a comportamenti illeciti o fraudolenti, quando immagini o suoni raccolti siano conservati temporaneamente(11). Al di fuori di tali precisazioni, il trattamento, che venga effettuato tramite sistemi di videosorveglianza e che sia riconducibile a quanto disposto dall'art. 37 del Codice, deve essere preventivamente notificato a questa Autorità.

La mancata o incompleta notificazione ai sensi degli artt. 37 e 38 del Codice è punita con la sanzione amministrativa prevista dall'art. 163.

3.3. Misure di sicurezza da applicare ai dati personali trattati mediante sistemi di videosorveglianza e soggetti preposti

3.3.1. Misure di sicurezza

I dati raccolti mediante sistemi di videosorveglianza devono essere protetti con idonee e preventive misure di sicurezza, riducendo al minimo i rischi di distruzione, di perdita, anche accidentale, di accesso non autorizzato, di trattamento non consentito o non conforme alle finalità della raccolta, anche in relazione alla trasmissione delle immagini *(artt. 31 e ss. del Codice)*.

Devono quindi essere adottate specifiche misure tecniche ed organizzative che consentano al titolare di verificare l'attività espletata da parte di chi accede alle immagini o controlla i sistemi di ripresa (se soggetto distinto dal titolare medesimo, nel caso in cui questo sia persona fisica).

È inevitabile che - in considerazione dell'ampio spettro di utilizzazione di sistemi di videosorveglianza, anche in relazione ai soggetti e alle finalità perseguite nonché della varietà dei sistemi tecnologici utilizzati - le misure minime di sicurezza possano variare anche significativamente. È tuttavia necessario

che le stesse siano quanto meno rispettose dei principi che seguono:

a) in presenza di differenti competenze specificatamente attribuite ai singoli operatori devono essere configurati diversi livelli di visibilità e trattamento delle immagini (v. punto 3.3.2). Laddove tecnicamente possibile, in base alle caratteristiche dei sistemi utilizzati, i predetti soggetti, designati incaricati o, eventualmente, responsabili del trattamento, devono essere in possesso di credenziali di autenticazione che permettano di effettuare, a seconda dei compiti attribuiti ad ognuno, unicamente le operazioni di propria competenza;

b) laddove i sistemi siano configurati per la registrazione e successiva conservazione delle immagini rilevate, deve essere altresì attentamente limitata la possibilità, per i soggetti abilitati, di visionare non solo in sincronia con la ripresa, ma anche in tempo differito, le immagini registrate e di effettuare sulle medesime operazioni di cancellazione o duplicazione;

c) per quanto riguarda il periodo di conservazione delle immagini devono essere predisposte misure tecniche od organizzative per la cancellazione, anche in forma automatica, delle registrazioni, allo scadere del termine previsto (v. punto 3.4);

d) nel caso di interventi derivanti da esigenze di manutenzione, occorre adottare specifiche cautele; in particolare, i soggetti preposti alle predette operazioni possono accedere alle immagini solo se ciò si renda indispensabile al fine di effettuare eventuali verifiche tecniche ed in presenza dei soggetti dotati di credenziali di autenticazione abilitanti alla visione delle immagini;

e) qualora si utilizzino apparati di ripresa digitali connessi a reti informatiche, gli apparati medesimi devono essere protetti contro i rischi di accesso abusivo di cui all'art. 615-ter del codice penale;

f) la trasmissione tramite una rete pubblica di comunicazioni di immagini riprese da apparati di videosorveglianza deve essere effettuata previa applicazione di tecniche crittografiche che ne garantiscano la riservatezza; le stesse cautele sono richieste per la trasmissione di immagini da punti di ripresa dotati di connessioni wireless (tecnologie *wi-fi, wi-max, Gprs*).

3.3.2. Responsabili e incaricati

Il titolare o il responsabile devono designare per iscritto tutte le persone fisiche, incaricate del trattamento, autorizzate sia ad accedere ai locali dove sono situate le postazioni di controllo, sia ad utilizzare gli impianti e, nei casi in cui sia indispensabile per gli scopi perseguiti, a visionare le immagini (*art. 30 del Codice*). Deve trattarsi di un numero delimitato di soggetti,

specie quando il titolare si avvale di collaboratori esterni. Occorre altresì individuare diversi livelli di accesso in corrispondenza delle specifiche mansioni attribuite ad ogni singolo operatore, distinguendo coloro che sono unicamente abilitati a visionare le immagini dai soggetti che possono effettuare, a determinate condizioni, ulteriori operazioni (es. registrare, copiare, cancellare, spostare l'angolo visuale, modificare lo zoom, ecc.) (v. punto 3.3.1).

Vanno osservate le regole ordinarie anche per ciò che attiene all'eventuale designazione di responsabili del trattamento (art. 29 del Codice).

Il mancato rispetto di quanto previsto nelle lettere da a) ad f) del punto 3.3.1 comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

L'omessa adozione delle misure minime di sicurezza comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-bis, ed integra la fattispecie di reato prevista dall'art. 169 del Codice.

3.4. Durata dell'eventuale conservazione

Nei casi in cui sia stato scelto un sistema che preveda la conservazione delle immagini, in applicazione del principio di proporzionalità *(v. art. 11, comma 1, lett. e), del Codice)*, anche l'eventuale conservazione temporanea dei dati deve essere commisurata al tempo necessario - e predeterminato - a raggiungere la finalità perseguita.

La conservazione deve essere limitata a poche ore o, al massimo, alle ventiquattro ore successive alla rilevazione, fatte salve speciali esigenze di ulteriore conservazione in relazione a festività o chiusura di uffici o esercizi, nonché nel caso in cui si deve aderire ad una specifica richiesta investigativa dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria. Solo in alcuni casi, per peculiari esigenze tecniche (mezzi di trasporto) o per la particolare rischiosità dell'attività svolta dal titolare del trattamento (ad esempio, per alcuni luoghi come le banche può risultare giustificata l'esigenza di identificare gli autori di un sopralluogo nei giorni precedenti una rapina), può ritenersi ammesso un tempo più ampio di conservazione dei dati che, sulla scorta anche del tempo massimo legislativamente posto per altri trattamenti, si ritiene non debba comunque superare la settimana.

Per i comuni e nelle sole ipotesi in cui l'attività di videosorveglianza sia finalizzata alla tutela della sicurezza urbana, alla luce delle recenti disposizioni normative(12), il termine massimo di durata della conservazione dei dati è limitato *"ai sette giorni successivi alla rilevazione delle informazioni e delle immagini raccolte mediante l'uso di sistemi di videosorveglianza, fatte salve speciali esigenze di ulteriore conservazione"*.

In tutti i casi in cui si voglia procedere a un allungamento dei tempi di conservazione per un periodo superiore alla settimana, una richiesta in tal senso deve essere sottoposta ad una verifica preliminare del Garante (v. punto 3.2.1), e comunque essere ipotizzato dal titolare come eccezionale nel rispetto del principio di proporzionalità. La congruità di un termine di tempo più ampio di conservazione va adeguatamente motivata con riferimento ad una specifica esigenza di sicurezza perseguita, in relazione a concrete situazioni di rischio riguardanti eventi realmente incombenti e per il periodo di tempo in cui venga confermata tale eccezionale necessità. La relativa congruità può altresì dipendere dalla necessità di aderire ad una specifica richiesta di custodire o consegnare una copia specificamente richiesta dall'autorità giudiziaria o dalla polizia giudiziaria in relazione ad un'attività investigativa in corso.

Il sistema impiegato deve essere programmato in modo da operare al momento prefissato l'integrale cancellazione automatica delle informazioni allo scadere del termine previsto da ogni supporto, anche mediante sovra-registrazione, con modalità tali da rendere non riutilizzabili i dati cancellati. In presenza di impianti basati su tecnologia non digitale o comunque non dotati di capacità di elaborazione tali da consentire la realizzazione di meccanismi automatici di expiring dei dati registrati, la cancellazione delle immagini dovrà comunque essere effettuata nel più breve tempo possibile per l'esecuzione materiale delle operazioni dalla fine del periodo di conservazione fissato dal titolare.

Il mancato rispetto dei tempi di conservazione delle immagini raccolte e del correlato obbligo di cancellazione di dette immagini oltre il termine previsto comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

3.5. Diritti degli interessati

Deve essere assicurato agli interessati identificabili l'effettivo esercizio dei propri diritti in conformità al Codice, in particolare quello di accedere ai dati che li riguardano, di verificare le finalità, le modalità e la logica del trattamento (*art. 7 del Codice*).

La risposta ad una richiesta di accesso a dati conservati deve riguardare tutti quelli attinenti al richiedente identificabile e può comprendere eventuali dati riferiti a terzi solo nei limiti previsti dal Codice, ovvero nei soli casi in cui la scomposizione dei dati trattati o la privazione di alcuni elementi renda incomprensibili i dati personali relativi all'interessato (*art. 10, comma 5, del Codice*).

In riferimento alle immagini registrate non è in concreto esercitabile il diritto di aggiornamento, rettificazione o integrazione in considerazione della natura intrinseca dei dati raccolti, in quanto si tratta di immagini raccolte in tempo reale riguardanti un fatto obiettivo (*art. 7, comma 3, lett. a), del Codice*). Viceversa, l'interessato ha diritto di ottenere il blocco dei dati qualora essi siano trattati in violazione di legge (*art. 7, comma 3, lett. b), del Codice*).

4. SETTORI SPECIFICI

4.1. Rapporti di lavoro

Nelle attività di sorveglianza occorre rispettare il divieto di controllo a distanza dell'attività lavorativa, pertanto è vietata l'installazione di apparecchiature specificatamente preordinate alla predetta finalità: non devono quindi essere effettuate riprese al fine di verificare l'osservanza dei doveri di diligenza stabiliti per il rispetto dell'orario di lavoro e la correttezza nell'esecuzione della prestazione lavorativa (ad es. orientando la telecamera sul badge). Vanno poi osservate le garanzie previste in materia di lavoro quando la videosorveglianza è resa necessaria da esigenze organizzative o produttive, ovvero è richiesta per la sicurezza del lavoro: in tali casi, ai sensi dell'art. 4 della l. n. 300/1970, gli impianti e le apparecchiature, *"dai quali può derivare anche la possibilità di controllo a distanza dell'attività dei lavoratori, possono essere installati soltanto previo accordo con le rappresentanze sindacali aziendali, oppure, in mancanza di queste, con la commissione interna. In difetto di accordo, su istanza del datore di lavoro, provvede l'Ispettorato del lavoro, dettando, ove occorra, le modalità per l'uso di tali impianti" (v., altresì, artt. 113 e 114 del Codice; art. 8 l. n. 300/1970 cit.; art. 2 d.lg. n. 165/2001)*.

Tali garanzie vanno osservate sia all'interno degli edifici, sia in altri contesti in cui è resa la prestazione di lavoro, come, ad esempio, nei cantieri edili o con riferimento alle telecamere installate su veicoli adibiti al servizio di linea per il trasporto di persone (artt. 82, 85-87, d.lg. 30 aprile 1992, n. 285, "Nuovo codice della strada") o su veicoli addetti al servizio di noleggio con conducente e servizio di piazza (taxi) per trasporto di persone (le quali non devono riprendere in modo stabile la postazione di guida, e le cui immagini, raccolte per finalità di

sicurezza e di eventuale accertamento di illeciti, non possono essere utilizzate per controlli, anche indiretti, sull'attività lavorativa degli addetti, v. punto 4.4).

Il mancato rispetto di quanto sopra prescritto comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

L'utilizzo di sistemi di videosorveglianza preordinati al controllo a distanza dei lavoratori o ad effettuare indagini sulle loro opinioni integra la fattispecie di reato prevista dall'art. 171 del Codice.

Sotto un diverso profilo, eventuali riprese televisive sui luoghi di lavoro per documentare attività od operazioni solo per scopi divulgativi o di comunicazione istituzionale o aziendale, e che vedano coinvolto il personale dipendente, possono essere assimilati ai trattamenti temporanei finalizzati alla pubblicazione occasionale di articoli, saggi ed altre manifestazioni del pensiero. In tal caso, alle stesse si applicano le disposizioni sull'attività giornalistica contenute nel Codice (artt. 136 e ss.), fermi restando, comunque, i limiti al diritto di cronaca posti a tutela della riservatezza, nonché l'osservanza del codice deontologico per l'attività giornalistica ed il diritto del lavoratore a tutelare la propria immagine opponendosi, per motivi legittimi, alla sua diffusione (*art. 7, comma 4, lett. a), del Codice*).

4.2. Ospedali e luoghi di cura

L'eventuale controllo di ambienti sanitari e il monitoraggio di pazienti ricoverati in particolari reparti o ambienti (ad es. unità di rianimazione, reparti di isolamento), stante la natura sensibile di molti dati che possono essere in tal modo raccolti, devono essere limitati ai casi di comprovata indispensabilità, derivante da specifiche esigenze di cura e tutela della salute degli interessati.

Devono essere inoltre adottati tutti gli ulteriori accorgimenti necessari per garantire un elevato livello di tutela della riservatezza e della dignità delle persone malate, anche in attuazione di quanto prescritto dal provvedimento generale del 9 novembre 2005 adottato in attuazione dell'art. 83 del Codice[13].

Il titolare deve garantire che possano accedere alle immagini rilevate per le predette finalità solo i soggetti specificamente autorizzati (es. personale medico ed infermieristico). Particolare attenzione deve essere riservata alle modalità di accesso alle riprese video da parte di terzi legittimati (familiari, parenti, conoscenti) di ricoverati in reparti dove non sia consentito agli stessi di recarsi personalmente (es. rianimazione), ai quali può essere consentita, con gli adeguati accorgimenti tecnici, la visione dell'immagine solo del proprio congiunto o conoscente.

Le immagini idonee a rivelare lo stato di salute non devono essere comunque diffuse (*art. 22, comma 8, del Codice*). In tale quadro, va assolutamente evitato il rischio di diffusione delle immagini di persone malate su monitor collocati in locali liberamente accessibili al pubblico.

Il mancato rispetto di quanto sopra prescritto comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

La diffusione di immagini in violazione dell'art. 22, comma 8, del Codice, oltre a comportare l'applicazione della sanzione amministrativa prevista dall'art. 162, comma 2-bis, integra la fattispecie di reato stabilita dall'art. 167, comma 2.

4.3. Istituti scolastici

L'eventuale installazione di sistemi di videosorveglianza presso istituti scolastici deve garantire "il diritto dello studente alla riservatezza" (*art. 2, comma 2, d.P.R. n. 249/1998*), prevedendo opportune cautele al fine di assicurare l'armonico sviluppo delle personalità dei minori in relazione alla loro vita, al loro processo di maturazione ed al loro diritto all'educazione[14].

4.3.1. In tale quadro, può risultare ammissibile l'utilizzo di tali sistemi in casi di stretta indispensabilità, al fine di tutelare l'edificio ed i beni scolastici da atti vandalici, circoscrivendo le riprese alle sole aree interessate ed attivando gli impianti negli orari di chiusura degli istituti; è vietato, altresì, attivare le telecamere in coincidenza con lo svolgimento di eventuali attività extrascolastiche che si svolgono all'interno della scuola.

4.3.2. Laddove la ripresa delle immagini riguardi anche le aree perimetrali esterne degli edifici scolastici, l'angolo visuale deve essere delimitato alle sole parti interessate, escludendo dalle riprese le aree non strettamente pertinenti l'edificio.

4.3.3. Il mancato rispetto di quanto prescritto ai punti 4.3.1 e *4.3.2.* comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

4.4. Sicurezza nel trasporto pubblico

4.4.1. Alcune situazioni di particolare rischio possono fare ritenere lecita l'installazione di sistemi di videosorveglianza sia su mezzi di trasporto pubblici, sia presso le fermate dei predetti mezzi.

4.4.2. La localizzazione delle telecamere e le modalità di ripresa devono essere determinate nel rispetto dei richiamati principi di necessità, proporzionalità e finalità; pertanto, occorre evitare riprese particolareggiate nei casi in cui le stesse non sono indispensabili in relazione alle finalità perseguite.

4.4.3. I titolari del trattamento dovranno poi provvedere a fornire la prevista informativa agli utenti del servizio di trasporto urbano. Gli autobus, i tram, i taxi ed i veicoli da noleggio con o senza conducente dotati di telecamere dovranno pertanto portare apposite indicazioni o contrassegni che diano conto con immediatezza della presenza dell'impianto di videosorveglianza, anche utilizzando a tal fine il fac-simile riportato nell'allegato n. 1 al presente provvedimento, e indicanti, comunque, il titolare del trattamento, nonché la finalità perseguita.

4.4.4. Specifiche cautele devono essere osservate laddove vengano installati impianti di videosorveglianza presso le aree di fermata, in prossimità delle quali possono transitare anche soggetti diversi dagli utenti del servizio di trasporto pubblico. In particolare, l'angolo visuale delle apparecchiature di ripresa deve essere strettamente circoscritto all'area di permanenza, permettendo l'inquadratura solo della pensilina e di altri arredi urbani funzionali al servizio di trasporto pubblico (tabelle degli orari, paline recanti l'indicazione degli autobus in transito, ecc.), con esclusione della zona non immediatamente circostante e comunque dell'area non direttamente funzionale rispetto alle esigenze di sicurezza del sistema di traffico e trasporto. Anche in tale ipotesi occorre evitare le riprese inutilmente particolareggiate o tali da rilevare caratteristiche eccessivamente dettagliate degli individui che stazionano presso le fermate. L'esistenza delle telecamere deve essere opportunamente evidenziata nelle predette aree di fermata.

4.4.5. Fermo restando che la violazione delle disposizioni riguardanti l'informativa di cui all'art. 13 è punita con la sanzione amministrativa prevista dall'art. 161 del Codice e l'utilizzo di sistemi di videosorveglianza preordinati al controllo a distanza dei lavoratori integra la fattispecie di reato prevista dall'art. 171, il mancato rispetto di quanto prescritto al punto 4.4.4 comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

4.5. Utilizzo di web cam o camera-on-line a scopi promozionali-turistici o pubblicitari

Le attività di rilevazione di immagini a fini promozionali-turistici o pubblicitari, attraverso web cam devono avvenire con modalità che rendano non identificabili i soggetti ripresi. Ciò in considerazione delle peculiari modalità del trattamento, dalle quali deriva un concreto rischio del verificarsi di un pregiudizio rilevante per gli interessati: le immagini raccolte tramite tali sistemi, infatti, vengono inserite direttamente sulla rete Internet, consentendo a chiunque navighi sul web di visualizzare in tempo reale i soggetti ripresi e di utilizzare le medesime immagini anche per scopi diversi dalle predette finalità

promozionali-turistiche o pubblicitarie perseguite dal titolare del trattamento.

4.6. Sistemi integrati di videosorveglianza

In ottemperanza del principio di economicità delle risorse e dei mezzi impiegati, si è incrementato il ricorso a sistemi integrati di videosorveglianza tra diversi soggetti, pubblici e privati, nonché l'offerta di servizi centralizzati di videosorveglianza remota da parte di fornitori (società di vigilanza, Internet service providers, fornitori di servizi video specialistici, ecc.). Inoltre, le immagini riprese vengono talvolta rese disponibili, con varie tecnologie o modalità, alle forze di polizia.

Nell'ambito dei predetti trattamenti, sono individuabili le seguenti tipologie di sistemi integrati di videosorveglianza:

a) *gestione coordinata di funzioni e servizi tramite condivisione, integrale o parziale, delle immagini riprese da parte di diversi e autonomi titolari del trattamento*, i quali utilizzano le medesime infrastrutture tecnologiche; in tale ipotesi, i singoli titolari possono trattare le immagini solo nei termini strettamente funzionali al perseguimento dei propri compiti istituzionali ed alle finalità chiaramente indicate nell'informativa, nel caso dei soggetti pubblici, ovvero alle sole finalità riportate nell'informativa, nel caso dei soggetti privati;

b) *collegamento telematico di diversi titolari del trattamento ad un "centro" unico gestito da un soggetto terzo*; tale soggetto terzo, designato responsabile del trattamento ai sensi dell'art. 29 del Codice da parte di ogni singolo titolare, deve assumere un ruolo di coordinamento e gestione dell'attività di videosorveglianza senza consentire, tuttavia, forme di correlazione delle immagini raccolte per conto di ciascun titolare;

c) sia nelle predette ipotesi, sia nei casi in cui l'attività di videosorveglianza venga effettuata da un solo titolare, si può anche attivare un *collegamento dei sistemi di videosorveglianza con le sale o le centrali operative degli organi di polizia*. L'attivazione del predetto collegamento deve essere reso noto agli interessati. A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare il modello semplificato di informativa "minima" - indicante il titolare del trattamento, la finalità perseguita ed il collegamento con le forze di polizia- individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice e riportato in *fac-simile* nell'allegato n. 2 al presente provvedimento. Tale collegamento deve essere altresì reso noto nell'ambito del testo completo di informativa reso eventualmente disponibile agli interessati (v. punto 3.1.3).

Le modalità di trattamento sopra elencate richiedono l'adozione di specifiche misure di sicurezza ulteriori rispetto a quelle individuate nel precedente punto 3.3.1, quali:

1) adozione di sistemi idonei alla registrazione degli accessi logici degli incaricati e delle operazioni compiute sulle immagini registrate, compresi i relativi riferimenti temporali, con conservazione per un periodo di tempo congruo all'esercizio dei doveri di verifica periodica dell'operato dei responsabili da parte del titolare, comunque non inferiore a sei mesi;

2) separazione logica delle immagini registrate dai diversi titolari.

Il mancato rispetto delle misure previste ai punti 1) e 2) comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

Fuori dalle predette ipotesi, in tutti i casi in cui i trattamenti effettuati tramite sistemi integrati di videosorveglianza hanno natura e caratteristiche tali per cui le misure e gli accorgimenti sopra individuati non siano integralmente applicabili, in relazione alla natura dei dati o alle modalità del trattamento o agli effetti che possono determinare, il titolare del trattamento è tenuto a richiedere una verifica preliminare a questa Autorità (v. punto 3.2.1).

5. SOGGETTI PUBBLICI

I soggetti pubblici, in qualità di titolari del trattamento (*art. 4, comma 1, lett. f), del Codice*), possono trattare dati personali nel rispetto del principio di finalità, perseguendo scopi determinati, espliciti e legittimi (*art. 11, comma 1, lett. b), del Codice*), soltanto per lo svolgimento delle proprie funzioni istituzionali. Ciò vale ovviamente anche in relazione a rilevazioni di immagini mediante sistemi di videosorveglianza (*art. 18, comma 2, del Codice*).

I soggetti pubblici sono tenuti a rispettare, al pari di ogni titolare di trattamento effettuato tramite sistemi di videosorveglianza, i principi enunciati nel presente provvedimento.

Anche per i soggetti pubblici sussiste l'obbligo di fornire previamente l'informativa agli interessati (*art. 13 del Codice*), ferme restando le ipotesi prese in considerazione al punto 3.1.1. Pertanto, coloro che accedono o transitano in luoghi dove sono attivi sistemi di videosorveglianza devono essere previamente informati in ordine al trattamento dei dati personali. A tal fine, anche i soggetti pubblici possono utilizzare il modello semplificato di informativa "minima", riportato in *fac-simile* nell'allegato n. 1 al presente provvedimento (v. punto 3.1).

5.1. Sicurezza urbana

Recenti disposizioni legislative in materia di sicurezza hanno attribuito ai sindaci il compito di sovrintendere alla vigilanza ed all'adozione di atti che sono loro attribuiti dalla legge e dai regolamenti in materia di ordine e sicurezza pubblica, nonché allo svolgimento delle funzioni affidati ad essi dalla legge in materia di sicurezza e di polizia giudiziaria[15]. Al fine di prevenire e contrastare determinati pericoli[16] che minacciano l'incolumità pubblica e la sicurezza urbana, il sindaco può altresì adottare provvedimenti, anche contingibili e urgenti, nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento. Infine, il sindaco, quale ufficiale del Governo, concorre ad assicurare la cooperazione della polizia locale con le forze di polizia statali, nell'ambito delle direttive di coordinamento impartite dal Ministero dell'interno.

Da tale quadro emerge che sussistono specifiche funzioni attribuite sia al sindaco, quale ufficiale del Governo, sia ai comuni, rispetto alle quali i medesimi soggetti possono utilizzare sistemi di videosorveglianza in luoghi pubblici o aperti al pubblico al fine di tutelare la sicurezza urbana[17].

Non spetta a questa Autorità definire il concetto di sicurezza urbana e delimitarne l'ambito operativo rispetto a quelli di ordine e sicurezza pubblica; purtuttavia, resta inteso che, nelle ipotesi in cui le attività di videosorveglianza siano assimilabili alla tutela della sicurezza pubblica, nonché alla prevenzione, accertamento o repressione dei reati, trova applicazione l'art. 53 del Codice (v. punto 3.1.1).

In ogni caso, si ribadisce l'auspicio che, nelle predette ipotesi, l'informativa, benché non obbligatoria, venga comunque resa, specie laddove i comuni ritengano opportuno rendere noto alla cittadinanza l'adozione di misure e accorgimenti, quali l'installazione di sistemi di videosorveglianza, volti al controllo del territorio e alla protezione degli individui.

5.2. Deposito dei rifiuti

In applicazione dei richiamati principi di liceità, finalità e proporzionalità, l'utilizzo di sistemi di videosorveglianza risulta lecito con riferimento alle attività di controllo volte ad accertare l'utilizzo abusivo di aree impiegate come discariche di materiali e di sostanze pericolose solo se non risulta possibile, o si riveli non efficace, il ricorso a strumenti e sistemi di controllo alternativi.

Analogamente, l'utilizzo di sistemi di videosorveglianza è lecito se risultano inefficaci o inattuabili altre misure nei casi in cui si intenda monitorare il rispetto delle disposizioni concernenti modalità, tipologia ed orario di deposito dei rifiuti, la cui violazione è sanzionata amministrativamente (art. 13, l. 24 novembre 1981, n. 689).

5.3. Utilizzo di dispositivi elettronici per la rilevazione di violazioni al Codice della strada

Gli impianti elettronici di rilevamento automatizzato delle infrazioni, utilizzati per documentare la violazione delle disposizioni in materia di circolazione stradale, analogamente all'utilizzo di sistemi di videosorveglianza, comportano un trattamento di dati personali.

5.3.1. L'utilizzo di tali sistemi è quindi lecito se sono raccolti solo dati pertinenti e non eccedenti per il perseguimento delle finalità istituzionali del titolare, delimitando a tal fine la dislocazione e l'angolo visuale delle riprese in modo da non raccogliere immagini non pertinenti o inutilmente dettagliate. In conformità alla prassi ed al quadro normativo di settore riguardante talune violazioni del Codice della strada[18], il Garante prescrive quanto segue:

a) gli impianti elettronici di rilevamento devono circoscrivere la conservazione dei dati alfanumerici contenuti nelle targhe automobilistiche ai soli casi in cui risultino non rispettate le disposizioni in materia di circolazione stradale;

b) le risultanze fotografiche o le riprese video possono individuare unicamente gli elementi previsti dalla normativa di settore per la predisposizione del verbale di accertamento delle violazioni (es., *ai sensi dell'art. 383 del d.P.R. n. 495/1992, il tipo di veicolo, il giorno, l'ora e il luogo nei quali la violazione è avvenuta*); deve essere effettuata una ripresa del veicolo che non comprenda o, in via subordinata, mascheri, per quanto possibile, la porzione delle risultanze video/fotografiche riguardanti soggetti non coinvolti nell'accertamento amministrativo (es., pedoni, altri utenti della strada);

c) le risultanze fotografiche o le riprese video rilevate devono essere utilizzate solo per accertare le violazioni delle disposizioni in materia di circolazione stradale anche in fase di contestazione, ferma restando la loro accessibilità da parte degli aventi diritto;

d) le immagini devono essere conservate per il periodo di tempo strettamente necessario in riferimento alla contestazione, all'eventuale applicazione di una sanzione e alla definizione del possibile contenzioso in conformità alla normativa di settore(19), fatte salve eventuali esigenze di ulteriore conservazione derivanti da una specifica richiesta investigativa dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria;

e) le fotografie o le immagini che costituiscono fonte di prova per le violazioni contestate non devono essere inviate d'ufficio al domicilio dell'intestatario del veicolo unitamente al verbale di contestazione, ferma restando la loro accessibilità agli aventi diritto;

f) in considerazione del legittimo interesse dell'intestatario del veicolo di verificare l'autore della violazione e, pertanto, di

ottenere dalla competente autorità ogni elemento a tal fine utile, la visione della documentazione video-fotografica deve essere resa disponibile a richiesta del destinatario del verbale; al momento dell'accesso, dovranno essere opportunamente oscurati o resi comunque non riconoscibili i passeggeri presenti a bordo del veicolo.

Il mancato rispetto di quanto sopra prescritto nelle lettere da a) ad f) comporta l'applicazione della sanzione amministrativa stabilita dall'art. 162, comma 2-ter, del Codice.

5.3.2. Anche i conducenti dei veicoli e le persone che accedono o transitano in aree dove sono attivi sistemi elettronici di rilevazione automatizzata delle violazioni devono essere previamente informati in ordine al trattamento dei dati personali (art. 13 del Codice).

Particolari disposizioni normative vigenti individuano già talune ipotesi (come, ad es., in caso di rilevamento a distanza dei limiti di velocità) in cui l'amministrazione pubblica è tenuta a informare gli utenti in modo specifico in ordine all'utilizzo di dispositivi elettronici[20].

L'obiettivo da assicurare è quello di un'efficace informativa agli interessati, che può essere fornita dagli enti preposti alla rilevazione delle immagini attraverso più soluzioni.

Un'idonea informativa in materia può essere anzitutto assicurata mediante l'utilizzo di strumenti appropriati che rendano agevolmente conoscibile l'esistenza e la presenza nelle aree interessate degli strumenti di rilevamento di immagini. A tal fine, svolgono un ruolo efficace gli strumenti di comunicazione al pubblico e le iniziative periodiche di diffusa informazione (siti web, comunicati scritti); tali forme di informazione possono essere eventualmente integrate con altre modalità (es., volantini consegnati all'utenza, pannelli a messaggio variabile, annunci televisivi e radiofonici, reti civiche e altra comunicazione istituzionale).

A integrazione di tali strumenti di comunicazione e informazione, va considerato il contributo che possono dare appositi cartelli. A tal fine, il modello semplificato di informativa "minima", riportato nel *fac-simile* in allegato, può essere utilizzato nei casi in cui la normativa in materia di circolazione stradale non prevede espressamente l'obbligo di informare gli utenti relativamente alla presenza di dispositivi elettronici volti a rilevare automaticamente le infrazioni.

Come si è detto, la normativa di settore prevede espressamente, in alcuni casi (es., rilevamento a distanza dei limiti di velocità, dei sorpassi vietati), l'obbligo di rendere nota agli utenti l'installazione degli impianti elettronici di rilevamento automatizzato delle infrazioni. In questi stessi casi è quindi possibile fare a meno di fornire un'ulteriore, distinta informativa

rispetto al trattamento dei dati che riproduca gli elementi che sono già noti agli interessati per effetto degli avvisi di cui alla disciplina di settore in tema di circolazione stradale (art. 13, comma 2, del Codice). L'installazione di questi ultimi appositi avvisi previsti dal Codice della strada permette già agli interessati di percepire vari elementi essenziali in ordine al trattamento dei propri dati personali. Pertanto, gli avvisi che segnalano adeguatamente l'attivazione di dispositivi elettronici di rilevazione automatica delle infrazioni possono essere considerati idonei ad adempiere all'obbligo di fornire l'informativa di cui all'art. 13 del Codice.

Infine, l'obbligo di fornire tale informativa deve ritenersi soddisfatto anche quando il titolare del trattamento, pur mancando una previsione normativa che obblighi specificamente a segnalare la rilevazione automatizzata, la segnali comunque utilizzando avvisi analoghi a quelli previsti dal Codice della strada.

La violazione delle disposizioni riguardanti l'informativa di cui all'art. 13 è punita con la sanzione amministrativa prevista dall'art. 161 del Codice.

5.3.3. Qualora si introducano sistemi di rilevazione degli accessi dei veicoli ai centri storici e alle zone a traffico limitato, i comuni dovranno rispettare quanto previsto dal d.P.R. 22 giugno 1999, n. 250. Tale normativa prevede che i dati trattati possono essere conservati solo per il periodo necessario per contestare le infrazioni e definire il relativo contenzioso, ferma restando l'accessibilità agli stessi per fini di polizia giudiziaria o di indagine penale (*art. 3 d.P.R. n. 250/1999*).

5.4. Ulteriori avvertenze per i sistemi di videosorveglianza posti in essere da enti pubblici e, in particolare, da enti territoriali

Anche gli enti territoriali e, in generale, i soggetti pubblici operanti sul territorio effettuano attività di videosorveglianza in forma integrata, tramite la compartecipazione ad un medesimo sistema di rilevazione, al fine di economizzare risorse e mezzi impiegati nell'espletamento delle più diverse attività istituzionali.

Questa Autorità ha già individuato al punto 4.6 un quadro di specifiche garanzie in ordine alle corrette modalità che vengono qui ulteriormente richiamate, in particolare con riferimento all'attività del controllo sul territorio da parte dei comuni, anche relativamente a quanto disposto in materia di videosorveglianza comunale[21].

In particolare:

a) l'utilizzo condiviso, in forma integrale o parziale, di sistemi di videosorveglianza tramite la medesima infrastruttura tecnologica deve essere configurato con modalità tali da permettere ad ogni singolo ente e, in taluni casi, anche alle

diverse strutture organizzative dell'ente, l'accesso alle immagini solo nei termini strettamente funzionali allo svolgimento dei propri compiti istituzionali, evitando di tracciare gli spostamenti degli interessati e di ricostruirne il percorso effettuato in aree che esulano dalla competenza territoriale dell'ente;

b) nei casi in cui un "centro" unico gestisca l'attività di videosorveglianza per conto di diversi soggetti pubblici, i dati personali raccolti dovranno essere trattati in forma differenziata e rigorosamente distinta, in relazione alle competenze istituzionali della singola pubblica amministrazione.

Il titolare del trattamento è tenuto a richiedere una verifica preliminare a questa Autorità fuori dalle predette ipotesi, ed in tutti i casi in cui i trattamenti effettuati tramite sistemi integrati di videosorveglianza hanno natura e caratteristiche tali per cui le misure e gli accorgimenti sopra individuati non siano integralmente applicabili, in relazione alla natura dei dati o alle modalità del trattamento, agli effetti che possono determinare o, a maggior ragione, con riferimento a quei sistemi per i quali già il punto 3.2.1 la richiede (es. sistemi di raccolta delle immagini associate a dati biometrici o c.d. intelligenti, cioè in grado di rilevare automaticamente comportamenti o eventi anomali, segnalarli, ed eventualmente registrarli).

6. PRIVATI ED ENTI PUBBLICI ECONOMICI

6.1. Trattamento di dati personali per fini esclusivamente personali

L'installazione di sistemi di videosorveglianza -come si rileva dall'esame di numerose istanze pervenute all'Autorità- viene sovente effettuata da persone fisiche per fini esclusivamente personali. In tal caso va chiarito che la disciplina del Codice non trova applicazione qualora i dati non siano comunicati sistematicamente a terzi ovvero diffusi, risultando comunque necessaria l'adozione di cautele a tutela dei terzi (*art. 5, comma 3, del Codice, che fa salve le disposizioni in tema di responsabilità civile e di sicurezza dei dati*). In tali ipotesi possono rientrare, a titolo esemplificativo, strumenti di videosorveglianza idonei ad identificare coloro che si accingono ad entrare in luoghi privati (videocitofoni ovvero altre apparecchiature che rilevano immagini o suoni, anche tramite registrazione), oltre a sistemi di ripresa installati nei pressi di immobili privati ed all'interno di condomini e loro pertinenze (quali posti auto e box).

Benché non trovi applicazione la disciplina del Codice, al fine di evitare di incorrere nel reato di interferenze illecite nella vita privata (*art. 615-bis c.p.*), l'angolo visuale delle riprese deve essere comunque limitato ai soli spazi di propria esclusiva

pertinenza (ad esempio antistanti l'accesso alla propria abitazione) escludendo ogni forma di ripresa, anche senza registrazione di immagini, relativa ad aree comuni (cortili, pianerottoli, scale, garage comuni) ovvero ad ambiti antistanti l'abitazione di altri condomini.

6.2. Trattamento di dati personali per fini diversi da quelli esclusivamente personali

6.2.1. Consenso

Nel caso in cui trovi applicazione la disciplina del Codice, il trattamento di dati può essere lecitamente effettuato da privati ed enti pubblici economici solamente se vi sia il consenso preventivo dell'interessato, oppure se ricorra uno dei presupposti di liceità previsti in alternativa al consenso (*artt. 23 e 24 del Codice*).

Nel caso di impiego di strumenti di videosorveglianza la possibilità di acquisire il consenso risulta in concreto limitata dalle caratteristiche stesse dei sistemi di rilevazione che rendono pertanto necessario individuare un'idonea alternativa nell'ambito dei requisiti equipollenti del consenso di cui all'art. 24, comma 1, del Codice.

6.2.2. Bilanciamento degli interessi

Tale alternativa può essere ravvisata nell'istituto del bilanciamento di interessi (*art. 24, comma 1, lett. g), del Codice*). Il presente provvedimento dà attuazione a tale istituto, individuando i casi in cui la rilevazione delle immagini può avvenire senza consenso, qualora, con le modalità stabilite in questo stesso provvedimento, sia effettuata nell'intento di perseguire un legittimo interesse del titolare o di un terzo attraverso la raccolta di mezzi di prova o perseguendo fini di tutela di persone e beni rispetto a possibili aggressioni, furti, rapine, danneggiamenti, atti di vandalismo, o finalità di prevenzione di incendi o di sicurezza del lavoro.

A tal fine, possono essere individuati i seguenti casi, in relazione ai quali, con le precisazioni di seguito previste, il trattamento può lecitamente avvenire pure in assenza del consenso.

6.2.2.1. Videosorveglianza (con o senza registrazione delle immagini)

Tali trattamenti sono ammessi in presenza di concrete situazioni che giustificano l'installazione, a protezione delle persone, della proprietà o del patrimonio aziendale.

Nell'uso delle apparecchiature volte a riprendere, con o senza registrazione delle immagini, aree esterne ad edifici e immobili

(perimetrali, adibite a parcheggi o a carico/scarico merci, accessi, uscite di emergenza), resta fermo che il trattamento debba essere effettuato con modalità tali da limitare l'angolo visuale all'area effettivamente da proteggere, evitando, per quanto possibile, la ripresa di luoghi circostanti e di particolari che non risultino rilevanti (vie, edifici, esercizi commerciali, istituzioni ecc.).

6.2.2.2. Riprese nelle aree condominiali comuni

Qualora i trattamenti siano effettuati dal condominio (anche per il tramite della relativa amministrazione), si evidenzia che tale specifica ipotesi è stata recentemente oggetto di una segnalazione da parte del Garante al Governo ed al Parlamento(22); ciò in relazione all'assenza di una puntuale disciplina che permetta di risolvere alcuni problemi applicativi evidenziati nell'esperienza di questi ultimi anni. Non è infatti chiaro se l'installazione di sistemi di videosorveglianza possa essere effettuata in base alla sola volontà dei comproprietari, o se rilevi anche la qualità di conduttori. Non è parimenti chiaro quale sia il numero di voti necessario per la deliberazione condominiale in materia (se occorra cioè l'unanimità ovvero una determinata maggioranza).

7. PRESCRIZIONI E SANZIONI

Il Garante invita tutti i titolari dei trattamenti di dati personali effettuati tramite sistemi di videosorveglianza ad attenersi alle prescrizioni indicate nel presente provvedimento.

Le misure necessarie prescritte con il presente provvedimento devono essere osservate da tutti i titolari di trattamento. In caso contrario il trattamento dei dati è, a seconda dei casi, illecito oppure non corretto, ed espone:

• all'inutilizzabilità dei dati personali trattati in violazione della relativa disciplina (*art. 11, comma 2, del Codice*);

• all'adozione di provvedimenti di blocco o di divieto del trattamento disposti dal Garante (*art. 143, comma 1, lett. c), del Codice*), e di analoghe decisioni adottate dall'autorità giudiziaria civile e penale;

• all'applicazione delle pertinenti sanzioni amministrative o penali (*artt. 161 e ss. del Codice*).

TUTTO CIÒ PREMESSO IL GARANTE:

1. prescrive ai sensi dell'art. 154, comma 1, lett. c), del Codice, ai titolari del trattamento di dati personali effettuato tramite sistemi di videosorveglianza, di adottare al più presto e, comunque, entro e non oltre i distinti termini di volta in volta indicati decorrenti dalla data di pubblicazione del presente provvedimento nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana, le misure e gli accorgimenti illustrati in premessa e di seguito individuati concernenti l'obbligo di:

a) entro dodici mesi, rendere l'informativa visibile anche quando il sistema di videosorveglianza sia eventualmente attivo in orario notturno (punto 3.1);

b) entro sei mesi, sottoporre i trattamenti che presentano rischi specifici per i diritti e le libertà fondamentali degli interessati, alla verifica preliminare ai sensi dell'art. 17 del Codice (punto 3.2.1);

c) entro dodici mesi, adottare, le misure di sicurezza a protezione dei dati registrati tramite impianti di videosorveglianza (punto 3.3);

d) entro sei mesi, adottare le misure necessarie per garantire il rispetto di quanto indicato nei punti 4.6 e 5.4, per quanto concerne i sistemi integrati di videosorveglianza;

2. individua, nei termini di cui in motivazione, ai sensi dell'art. 24, comma 1, lett. g), del Codice, i casi nei quali il trattamento dei dati personali mediante videosorveglianza può essere effettuato da soggetti privati ed enti pubblici economici, nei limiti e alle condizioni indicate, per perseguire legittimi interessi e senza richiedere il consenso degli interessati (punto 6.2.2);

3. individua nell'allegato 1, ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice, un modello semplificato di informativa utilizzabile alle condizioni indicate in motivazione (punto 3.1);

4. individua nell'allegato 2, ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice, un modello semplificato di informativa utilizzabile alle condizioni indicate in motivazione, al fine di rendere noto agli interessati l'attivazione di un collegamento del sistema di videosorveglianza con le forze di polizia (punti 3.1.3 e 4.6, lett. c));

5. segnala l'opportunità che, anche nell'espletamento delle attività di cui all'art. 53 del Codice, l'informativa, benché non obbligatoria, sia comunque resa in tutti i casi nei quali non ostano in concreto specifiche ragioni di tutela e sicurezza pubblica o di prevenzione, accertamento o repressione dei reati (punto 5.1);

6. dispone, ai sensi dell'art. 143, comma 2, del Codice, che copia del presente provvedimento sia trasmessa al Ministero

della giustizia-Ufficio pubblicazione leggi e decreti per la sua pubblicazione sulla *Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.*

Roma, 8 aprile 2010

IL PRESIDENTE

F.to Pizzetti

IL RELATORE

F.to Pizzetti

IL SEGRETARIO GENERALE REGGENTE

F.to De Paoli

NOTE

1. In www.garanteprivacy.it; doc. web n. 1003482.

2. V. l'art. 6, comma 8, del d.l. 23 febbraio 2009, n. 11 convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1, comma 1, l. 23 aprile 2009, n. 38, recante *"Misure urgenti in materia di sicurezza pubblica e di contrasto alla violenza sessuale, nonché in tema di atti persecutori"*; d.l. 23 maggio 2008, n. 92, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1, comma 1, l. 24 luglio 2008, n. 125, recante *"Misure urgenti in materia di sicurezza urbana"*, il cui art. 6 ha novellato l'art. 54 del d.lg. 18 agosto 2000, n. 267, con cui sono stati disciplinati i compiti del sindaco in materia di ordine e sicurezza pubblica. Con il decreto del 5 agosto 2008 il Ministro dell'interno ha stabilito l'ambito di applicazione, individuando la definizione di incolumità pubblica e sicurezza urbana, nonché i correlati ambiti di intervento attribuiti al sindaco. Cfr., altresì, l. 15 luglio 2009, n. 94 recante *"Disposizioni in materia di sicurezza pubblica"* (art. 3).

3. A tale proposito, va ricordata la l. 24 dicembre 2007, n. 244 recante *"Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008)"*, il cui art. 1, comma 228, ha previsto, ai fini dell'adozione di misure finalizzate a prevenire il rischio del compimento di atti illeciti da parte di terzi, compresa l'installazione di apparecchi di videosorveglianza, per ciascuno dei periodi d'imposta 2008, 2009 e 2010, la concessione da parte dell'Agenzia delle entrate *(v. d.m. 6 febbraio 2008 recante "Modalità di attuazione dei commi da 233 a 237, dell'articolo 1, della legge n. 244/2007- credito d'imposta in favore degli esercenti attività di rivendita di generi di monopolio, per le spese sostenute per l'acquisizione e l'installazione di impianti e attrezzature di*

sicurezza e per favorire la diffusione degli strumenti di pagamento con moneta elettronica, al fine di prevenire il compimento di atti illeciti ai loro danni") di un credito d'imposta, determinato nella misura dell'80% del costo sostenuto e, comunque, fino ad un importo massimo di 3.000 euro per ciascun beneficiario, in favore delle piccole e medie imprese commerciali di vendita al dettaglio e all'ingrosso e quelle di somministrazione di alimenti e bevande.

4. V., a titolo esemplificativo, l.r. Emilia Romagna, 4 dicembre 2003, n. 24 recante "Disciplina della polizia amministrativa locale e promozione di un sistema integrato di sicurezza"; l.r. Friuli Venezia Giulia, 28 dicembre 2007, n. 30 recante "Legge strumentale alla manovra di bilancio (Legge strumentale 2008)"; l.r. Lombardia, 14 aprile 2003, n. 4, recante *"Riordino e riforma della disciplina regionale in materia di polizia locale e sicurezza urbana"*; la l.r. Sicilia, 3 dicembre 2003, n. 20 recante *"Norme finanziarie urgenti e variazioni al bilancio della Regione per l'anno finanziario 2003. Norme di razionalizzazione in materia di organizzazione amministrativa e di sviluppo economico"*.

5. V., in particolare l'art. 615-bis del codice penale. V. Provv. 2 ottobre 2008, doc. web n. 1581352.

6. L. 20 maggio 1970, n. 300

7. D.l. 24 febbraio 2003, n. 28, convertito, con modificazioni, con l. 24 aprile 2003, n. 88; v. parere reso al Ministero dell'interno del 4 maggio 2005, doc. web n. 1120732.

8. D.l. 14 novembre 1992, n. 433, convertito, con modificazioni, dalla legge 14 gennaio 1993, n. 4.

9. D.lg. 4 febbraio 2000, n. 45.

10. D.m. 15 settembre 2009 n. 154, recante *"Regolamento recante disposizioni per l'affidamento dei servizi di sicurezza sussidiaria nell'ambito dei porti, delle stazioni ferroviarie e dei relativi mezzi di trasporto e depositi, delle stazioni delle ferrovie metropolitane e dei relativi mezzi di trasporto e depositi, nonché nell'ambito delle linee di trasporto urbano, per il cui espletamento non è richiesto l'esercizio di pubbliche potestà, adottato ai sensi dell'articolo 18, comma 2, del decreto-legge 27 luglio 2005, n. 144, convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2005, n. 155".*

11. *Provv*. 31 marzo 2004, n. 1/2004 relativo ai casi da sottrarre all'obbligo di notificazione (pubblicato in G.U. 6 aprile 2004, n. 81; doc. web n. 852561); v. anche i chiarimenti forniti con nota n. 9654/33365 del 23 aprile 2004 relativamente alla posizione geografica delle persone, doc. web n. 993385.

12. Così stabilito dall'art. 6, comma 8, del d.l. n. 11/2009 cit.

13. *Provv*. 9 novembre 2005, doc. web n. 1191411.

14. *Provv*. 4 settembre 2009, doc. web n. 1651744.

15. D.l. n. 92/2008 cit.

16. D.m. 5 agosto 2008 cit.

17. V. artt. 6 d.l. n. 92/2008 cit., e 6, comma 7, d.l. n. 11/2009 cit.

18. V. quanto previsto con riferimento al rilevamento a distanza dei limiti di velocità e dei sorpassi vietati dal d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495

recante *“Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”* (art. 383); circ. Ministero dell’interno del 14 agosto 2009, n. 300/A/10307/09/144/5/20/3 recante *“Direttiva per garantire un’azione coordinata di prevenzione e contrasto dell’eccesso di velocità sulle strade”*; circ. Ministero dell’interno, Dipartimento della pubblica sicurezza, Direzione centrale per la polizia stradale, ferroviaria, delle comunicazioni e per i reparti speciali della Polizia di Stato, del 16 maggio 2008, n. 300/A/1/34197/101/138 riguardante *“Accesso ai documenti amministrativi riguardanti l’attività di accertamento e contestazione delle violazioni in materia di limiti di velocità”* (par. 6); nota del Ministero dell’interno, Dipartimento della pubblica sicurezza, Direzione centrale per la polizia stradale, ferroviaria e delle comunicazioni e per i reparti speciali della Polizia di Stato, prot. n. 300/A/1/38001/144/16/20 del 27 ottobre 2008.

19. V., ad es., art. 3 d.P.R. 22 giugno 1999, n. 250 recante *“Regolamento recante norme per l’autorizzazione alla installazione e all’esercizio di impianti per la rilevazione degli accessi di veicoli ai centri storici e alle zone a traffico limitato, a norma dell’articolo 7, comma 133-bis, della L. 15 maggio 1997, n. 127”*.

20. La disciplina in tema di circolazione stradale prevede che le postazioni di controllo sulla rete stradale per rilevare la velocità debbano essere segnalate preventivamente e rese ben visibili in casi specificatamente delimitati: v., ad es., quanto stabilito in ordine all’utilizzazione dei dispositivi e dei mezzi tecnici di controllo della viabilità finalizzati al rilevamento a distanza dei limiti di velocità, dei sorpassi vietati e delle norme di comportamento sulle autostrade e sulle strade extraurbane principali (artt. 142, 148 e 176 d.lg. 30 aprile 1992, n. 285; art. 4, comma 1, d.lg. 20 giugno 2002, n. 121, conv., con mod., dall’art. 1 l. 1° agosto 2002, n. 168 recante *“Disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale”; d.m. 15 agosto 2007 recante “Attuazione dell’articolo 3, comma 1, lettera b) d.l. 3 agosto 2007, n. 117, recante disposizioni urgenti modificative del codice della strada per incrementare i livelli di sicurezza nella circolazione”*; art. 7 circ. Ministero dell’interno del 14 agosto 2009, n. 300/A/10307/09/144/5/20/3 cit.; circ. Ministero dell’interno 8 aprile 2003, n. 300/A/1/41198/101/3/3/9 “*Direttive per l’utilizzazione e l’installazione dei dispositivi e dei mezzi tecnici di controllo del traffico finalizzati al rilevamento a distanza delle violazioni delle norme di comportamento di cui agli articoli 142 e 148 del d.lg. 30 aprile 1992, n. 285”*).

21. V. art. 6, comma 8, del d.l. n. 11/2009 cit.

22. V. art. 6, comma 8, del d.l. n. 11/2009 cit.

ALLEGATI

Allegato n. 1

✓ Per le modalità di utilizzazione del modello, cfr. punto 3.1.

✓ Se le immagini non sono registrate, sostituire il termine “registrazione” con quello di “rilevazione”.

Allegato n. 2

✓ Per le modalità di utilizzazione del modello, cfr. punti 3.1.3 e 4.6, lett. c).

✓ Se le immagini non sono registrate, sostituire il termine “registrazione” con quello di “rilevazione”.

La segnaletica relativa alla videosorveglianza.

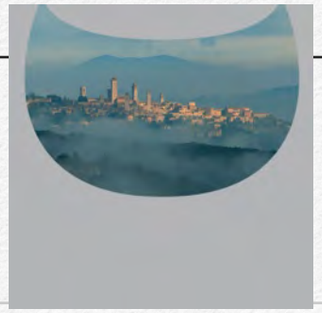
I Musei delle Terre di Siena

La Fondazione Musei Senesi nasce nel 2002 per iniziativa della Provincia di Siena (delibera del Consiglio Provinciale n. 45 del 3 maggio 2002) con il compito di consolidare e sviluppare il sistema museale realizzato negli anni Novanta dall'Amministrazione Provinciale di Siena in collaborazione con i Comuni del territorio, del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, dell'Arcidiocesi di Siena – Colle Val d'Elsa – Montalcino e dalla Diocesi di Montepulciano – Chiusi – Pienza, della Fondazione Monte dei Paschi di Siena e della Banca Monte dei Paschi di Siena, dell'Università degli Studi e della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Siena. È stata iscritta in data 27 aprile 2004 al n. 386 del registro regionale toscano delle persone giuridiche private, atto dopo il quale ha avviato l'attività operativa in modo sistematico e strutturato. L'obiettivo della Fondazione Musei Senesi – prima e unica fondazione di partecipazione d'ambito provinciale nella gestione dei musei in Italia - è quello di **sostenere i musei e** di **attuare un'integrazione con il patrimonio culturale dei luoghi nei quali essi**

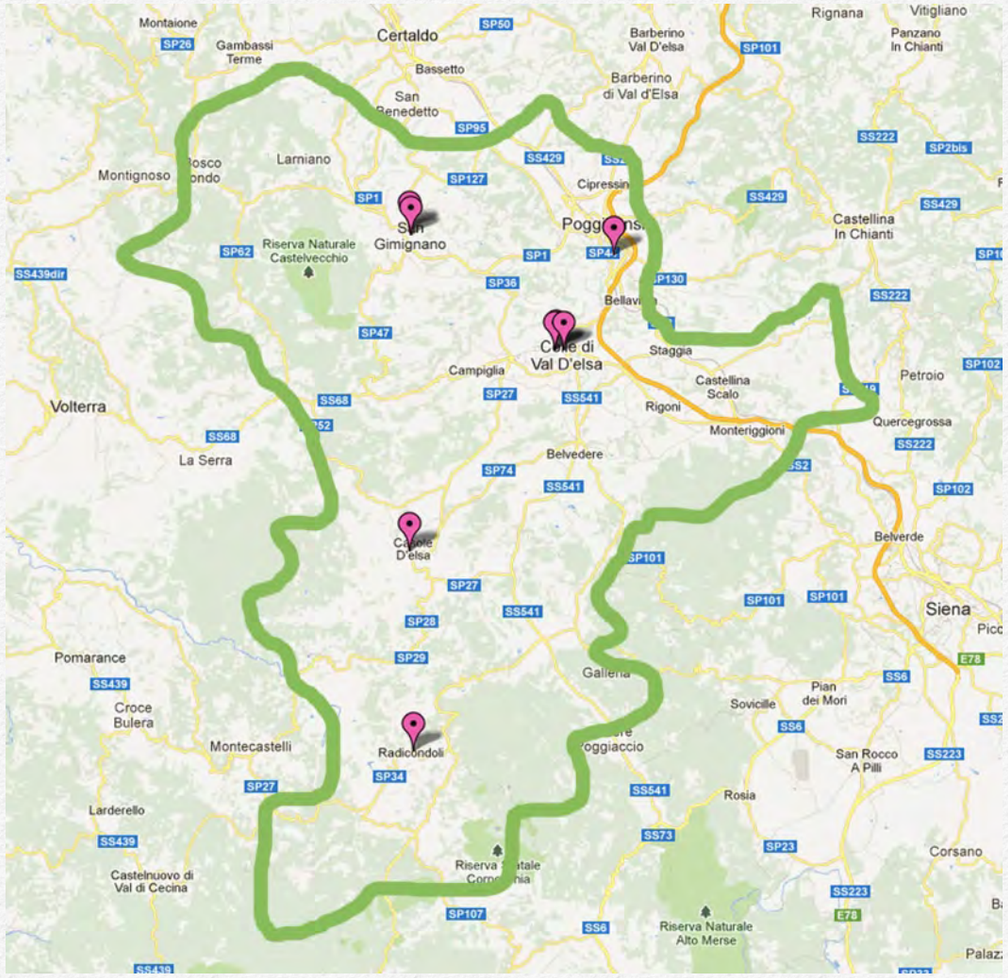
La diffusione dei musei della provincia di Siena

sorgono e dei quali manifestano le peculiarità, tramite un modello gestionale di stampo partecipativo.

L'identità di Fondazione Musei Senesi riflette quindi quella del suo territorio di riferimento: cultura, tradizione e identità locale nella cornice di un paesaggio unico e di un ambiente naturale multiforme e protetto. Così come lo spirito di queste Terre, che esprime rispetto per la natura, per l'uomo e per la sua cultura, FMS aspira a favorire il dialogo, lo scambio e l'integrazione. Le diverse anime delle Terre di Siena connotano le varie Aree in cui si articola il Sistema Museale e i Musei che ve ne fanno parte:



VAL D’ELSA



I musei della Val d’Elsa

Docu-movie: la Val d’Elsa

CASOLE D’ELSA - MUSEO CIVICO ARCHEOLOGICO E DELLA COLLEGIATA

Piazza della Libertà, 5 - 53031 Casole d’Elsa

Questa raccolta intreccia, opere d’arte, reperti archeologici rinvenuti sul territorio e si conclude con una visita all’attigua Collegiata, con il capolavoro dello scultore trecentesco Marco Romano (il sepolcro di messer Porrina), il monumento funebre al vescovo Tommaso Andrei di Gano di Fazio, tre tele di Rutilio Manetti e la Maestà duccesca commissionata da Beltramo e Ranieri Aringhieri e posta nella cappella di famiglia. All’interno del museo, tre sale ripercorrono la storia del popolamento del territorio in età etrusca, e la vitalità economica e culturale di questa zona culminata durante la fase ellenistica, sotto l’influenza politica della città di Volterra. Nelle cinque sale dedicate al settore storico-artistico, si segnalano opere di Gano di Fazio, Lippo di Vanni, Andrea di Niccolò, un affresco di Giacomo Pacchiarotto, dipinto nel 1521 per il Palazzo Pretorio, e alcune tele del pittore locale Alessandro Casolani, uno tra i protagonisti della fioritura artistica cinquecentesca.

COLLE DI VAL D’ELSA - MUSEO ARCHEOLOGICO “RANUCCIO BIANCHI BANDINELLI”

Piazza Duomo, 42 - 53034 Colle di Val d’Elsa

La raccolta è ospitata presso i locali del quattrocentesco Palazzo Pretorio e riunisce esclusivamente reperti provenienti dal territorio valdelsano, in modo da offrire al

visitatore una conoscenza storica di quest'area che va dall'Eneolitico al Medioevo. Dedicata alla memoria del grande studioso senese Ranuccio Bianchi Bandinelli, comprende la collezione 'Terrosi' e materiale arcaico del VI sec. a.C., urne, corredi funerari, vasellame, crateri. Il tesoro più prezioso è quello della tomba della nobile famiglia dei Calisna Sepu, considerata il più ricco ritrovamento di età ellenistica avvenuto nell'Etruria del nord, nota per i grandi vasi a vernice nera, per l'unico esemplare di kelebe *volterrana sovradipinta, per gli splendidi specchi bronzei e una vasta gamma di vasellame da mensa in uso presso l'alta borghesia etrusca.*

COLLE DI VAL D'ELSA - MUSEO CIVICO E DIOCESANO D'ARTE SACRA

Via del Castello, 33 - 53034 Colle di Val d'Elsa

La collezione, attualmente ospitata nel sontuoso Palazzo dei Priori, offre un ampio panorama della produzione artistica in Val d'Elsa dal VI al XX secolo. Tra le più antiche testimonianze d'arte medievale è la grande Maestà *opera di un ignoto artista senese (il cosiddetto 'Maestro di Badia a Isola'), attivo nella cerchia di Duccio; di poco successivo è un* Crocifisso *ligneo di Marco Romano. Il museo ospita inoltre una ricca collezione di dipinti del Sei e Settecento, tra cui tele di Alessandro Casolani, Ventura Salimbeni, Bernardino Mei, Pier Dandini e Spadarino. La pittura ottocentesca è rappresentata da numerosi dipinti, fra tutti quelli di Antonio Salvetti e Mino Maccari. Particolare attenzione merita un rarissimo corredo eucaristico in argento, ritrovato fortuitamente nel sottosuolo locale, a testimonianza di una comunità cristiana di etnia ostrogota risalente al VI secolo dopo Cristo.*

COLLE DI VAL D'ELSA - MUSEO DEL CRISTALLO

Via dei Fossi, 8 - 53034 Colle di Val d'Elsa

Il museo è allestito in uno spazio sotterraneo nell'area un tempo occupata da una delle fornaci dell'ottocentesca fabbrica di Cristallerie e Vetrerie Schmidt o ex vetreria Boschi. Le diverse sezioni ricostruiscono il percorso compiuto dall'industria vetraria colligiana dal 1820, anno dell'impianto della prima fornace, fino alla piena realizzazione del cristallo al piombo avvenuta nel 1963, presentando esempi di produzione preindustriale e reperti vitrei risalenti allo XIV-XV secolo. Attenzione particolare è stata riservata agli articoli di design e quelli incisi con le tecniche più antiche. A concludere questa raccolta, simbolo del ruolo che Colle di Val d'Elsa svolge nel mercato

internazionale del settore, producendo oggi il 95% di tutto il cristallo d'Italia e quasi il 15% di quello mondiale, c'è una sorta di "foresta di cristallo", interpretazione scenografica delle emozioni evocate dal materiale a cui il museo è dedicato.

MONTERIGGIONI - CASTELLO

La FMS ed il Comune di Monteriggioni hanno deciso di realizzare insieme un nuovo "format" che dia nuova e aggiornata accessibilità al patrimonio culturale, coinvolgendo in particolare le nuove generazioni di "nativi digitali", tramite supporti video, audio e di realtà aumentata. A tal fine è stato individuato il Castello di Monteriggioni come progetto pilota di valorizzazione evoluta dei culturali su base tecnologica, che possa configurarsi come una nuova frontiera nella musealizzazione del patrimonio diffuso sul nostro territorio.

POGGIBONSI - CENTRO DI DOCUMENTAZIONE DEL PARCO ARCHEOLOGICO DI POGGIO IMPERIALE

Via della Fortezza c/o Cassero Mediceo – 53036 Poggibonsi

Il Centro di Documentazione nasce per fornire al visitatore un approccio cognitivo al Parco di Poggio Imperiale: strumenti multimediali raccontano i risultati di anni di scavo e i più importanti aspetti archeologici, architettonici e naturalistici del sito di Poggio Imperiale. Si racconta l'evoluzione

dell'abitato, dall'insediamento di case di terra tardo-antico, fino alla formazione della città. Uscendo dal Centro è poi possibile approfondire gli aspetti introdotti nel bastione Nord-Est o lungo i percorsi tematici di visita allestiti nell'Area scavi e nella collina di Poggio Imperiale. Gli ambienti del bastione Nord-Ovest ospitano due allestimenti museali, uno incentrato sull'evoluzione dell'architettura fortificata rinascimentale in

seguito all'introduzione della polvere da sparo, l'altro sui materiali provenienti dallo scavo, in particolare reperti osteologici e ceramici.

RADICONDOLI - MUSEO "LE ENERGIE DEL TERRITORIO"

Via Tiberio Gazzei, 2 - 53030 Radicondoli

“Le Energie del Territorio” è nato dall’esigenza di approfondire la conoscenza delle energie rinnovabili, comunicando informazioni scientifiche in maniera semplice e corretta attraverso un processo divertente. Il museo si propone di valorizzare un territorio che si presenta con caratteristiche ambientali particolari ed è per questo che le visite guidate non si limitano al museo, ma escono alla scoperta dell’ambiente e delle sue energie. Pannelli didattici e modelli funzionanti consentono di capire come si può passare da un fenomeno naturale all’energia, sia meccanica che elettrica, di misurarla e chiarirne le applicazioni. Particolare attenzione è riservata al tema della geotermia, vera e propria ricchezza del territorio di Radicondoli, dove è sfruttata sia come risorsa termale, che per usi diretti (serre e riscaldamento civile) e per produzione di energia elettrica (prodotta nell’area in quantità sufficiente ai consumi di circa 50.000 famiglie).

SAN GIMIGNANO - MUSEI CIVICI DI SAN GIMIGNANO. PALAZZO COMUNALE, PINACOTECA, TORRE GROSSA

Piazza Duomo - 53037 San Gimignano

Il Palazzo Comunale ospita la sede “storica” dei Musei Civici di San Gimignano. Il percorso comprende la visita al palazzo, decorato con famosi cicli di affreschi (come la grande Maestà *del senese Lippo Memmi e le scene d’amore dipinte da Memmo di Filippuccio nella camera del Podestà). La visita prosegue con la Pinacoteca, dove si possono seguire i mo-*

menti fondamentali della committenza artistica sangimignanese, caratterizzata dalle presenze di straordinari artisti fiorentini e senesi. Imponente la grande pala del Pinturicchio, dipinta nel 1511. È inoltre possibile accedere alla Torre Grossa, edificata fra il 1300 ed il 1311, dalla quale si gode un panorama mozzafiato che accompagna lo sguardo fino alle Alpi Apuane.

SAN GIMIGNANO –MUSEI CIVICI DI SAN GIMIGNANO. MUSEO ARCHEOLOGICO, SPEZIERIA DI SANTA FINA, GALLERIA D'ARTE MODERNA E CONTEMPORANEA "RAFFAELE DE GRADA"

Via Folgore, 11 - 53037 San Gimignano

Il museo è situato presso l'antico monastero di Santa Chiara, successivamente trasformato in conservatorio per signorine di buona famiglia e, infine, in scuola media. Il complesso, definito tramite una complicata e articolata serie di interventi ascrivibili ai secoli XVII-XIX, è stato recuperato tra gli anni ottanta e novanta del secolo appena trascorso; vi è stato allestito un complesso polo espositivo di grande interesse, che comprende il Museo Archeologico, la Spezieria di Santa Fina e la Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea 'Raffaele De Grada'.

Il ***Museo Archeologico*** *riunisce materiale archeologico traccia la storia sangimignanese dal periodo etrusco arcaico fino al secolo XVIII attraverso reperti rinvenuti durante gli scavi effettuati sul territorio. Il percorso inizia con uno spazio che riassume le prime fasi di frequentazione del territorio, dall'età del bronzo fino all'età romana; seguono i materiali provenienti dallo scavo di Pugiano, i reperti ceramici e bronzei provenienti dalle tombe ellenistiche dell'abitato de 'La Ripa', un corredo completo proveniente dalle tombe ellenistiche di Poggio Palloro e urne cinerarie riferibili a maestranze locali. Viene, inoltre, documentata l'evoluzione dei corredi da mensa e da cucina attraverso dei reperti ceramici e vitrei di gran pregio, nonché il variare delle tecniche di realizzazione nel corso dei secoli.*

La ***Spezieria di Santa Fina****, annessa nel 1253 allo Spedale omonimo fondato alla metà del XIII secolo, propone un attento recupero di suppellettili e arredi delle antiche istituzioni sanitarie della città. L'allestimento, estremamente suggestivo, riproduce l'assetto e gli aromi originali della farmacia, una delle più antiche della Toscana, con la suddivisione nella "cucina", il luogo ove si preparavano i medicinali, e nella "bottega", preposta alla vendita dei prodotti, che erano*

contenuti in vasi ceramici e vitrei di altissimo livello qualitativo, riferibili a un periodo compreso fra i secoli XV e XVIII. Sono esposti anche moltissimi medicamenti antichi, quali l'olio di scorpioni, oltre ad alcuni dei componenti utilizzati nella preparazione delle medicine, come la mandragola o le pietre preziose. L'esposizione del primo piano si conclude con la Collezione Pacchiani, una donazione di maioliche dei secoli XVI-XVII di recentissima acquisizione, fra le quali spiccano le produzioni montelupine, accanto ad altre alto-laziali (Casteldurante) e al gruppo di eleganti vassoi con decorazioni floreali provenienti da Iznik (l'antica Nicea), famoso centro di produzione turco.

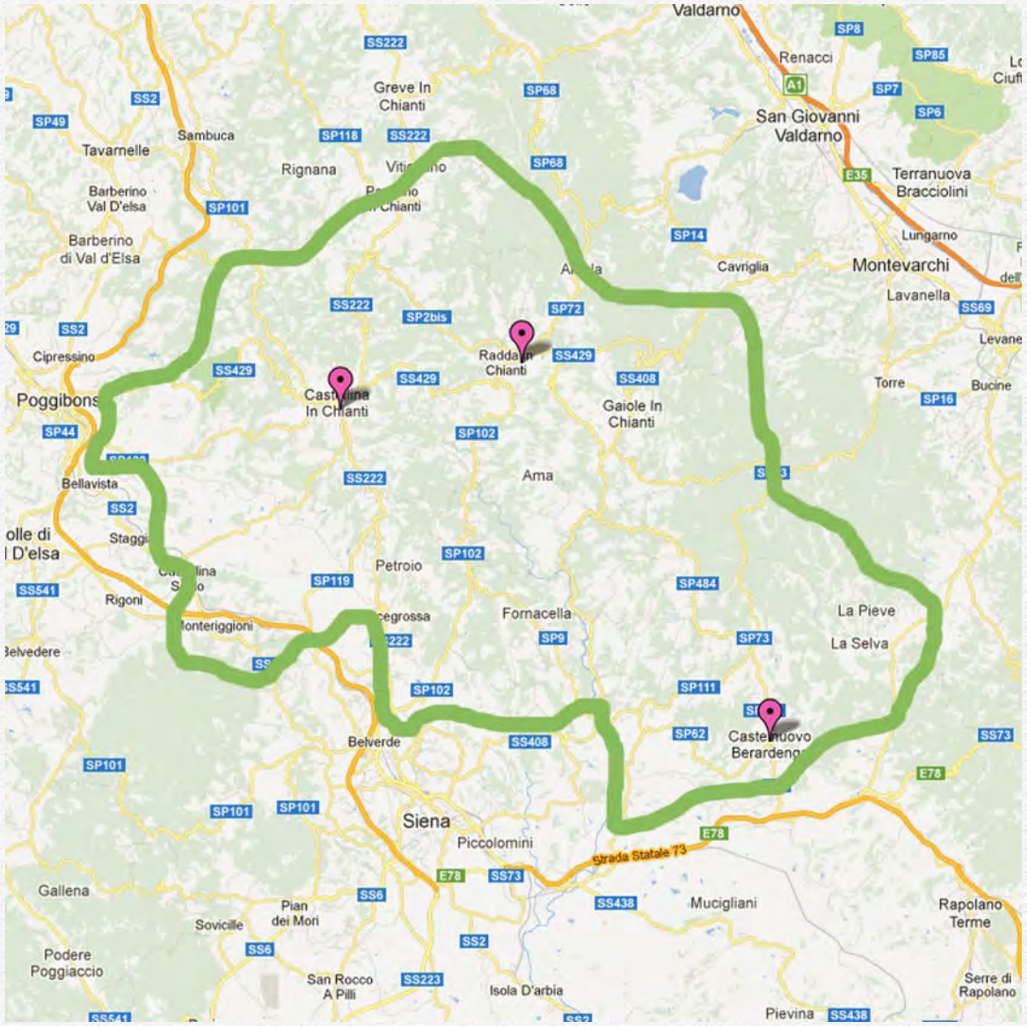
È intitolata a ***Raffaele De Grada*** *(1885 – 1957) pittore milanese che dopo aver viaggiato in tutta Europa scelse proprio San Gimignano come patria d'elezione, la Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea ospitata nello stesso complesso. Oltre ai suoi lavori, la collezione permanente riunisce opere dell'Ottocento toscano (tra i quali si segnalano dipinti di Niccolò Cannicci) e del Novecento (Guttuso, Sassu, Vacchi). La galleria rappresenta inoltre lo spazio espositivo più importante della città, all'interno del quale si tengono frequenti rassegne temporanee dedicate all'arte dell'Ottocento, del Novecento e al contemporaneo. Annesso al museo, un bel giardino racchiuso entro le mura di cinta costituisce un suggestivo punto di sosta, di lettura e di ristoro. Dal medesimo giardino si accede alla Biblioteca Comunale "Ugo Nomi Venerosi Pesciolini" e all'importante Archivio Storico.*

SAN GIMIGNANO - MUSEI CIVICI DI SAN GIMIGNANO. MUSEO ORNITOLOGICO

Via Quercecchio - 53037 San Gimignano

Situato all'interno della piccola chiesa di San Francesco, risalente al XVI secolo e affrescata da Lorenzo Ciardi, il museo accoglie la collezione della Marchesa Marianna Panciatichi Ximenes d'Aragona Paolucci (1835-1919), illustre malacologa fiorentina. Parte degli esemplari, raccolti fra il 1866 ed il 1911, proviene dalla tenuta del Monte, fra San Gimignano e Certaldo, che la marchesa aveva fatto allestire per catturare con reti gli uccelli che vi transitavano. La collezione, all'epoca composta da 1.260 pezzi, fu ceduta dalla marchesa al Comune di San Gimignano nel 1918 ed è stata collocata nella sede attuale nel 1990, con un allestimento curato dal Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università di Siena e dall'Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina. Il museo espone attualmente 371 esemplari, selezionati con il fine di rappresentare tutte le specie presenti nella collezione e offre un quadro assai vasto della composizione specifica dell'avifauna italiana ed europea.

CHIANTI



I musei della Val d'Elsa

Documovie: il Chianti

CASTELLINA IN CHIANTI – MUSEO ARCHEOLOGICO DEL CHIANTI SENESE

Piazza del Comune, 17/18 – 53011 Castellina in Chianti

Il museo racconta la storia antica del Chianti attraverso materiali e dati archeologici raccolti nel territorio dei quattro comuni del versante senese: Castellina, Gaiole, Radda e Castelnuovo Berardenga. L'ingresso, pensato come estensione della piazza da cui si accede, accoglie il visitatore con proiezioni e postazioni (totem con touchscreen) che introducono al contenuto del museo e agli itinerari archeologici nel territorio. Il percorso espositivo è scandito nei periodi fondamentali per la formazione del paesaggio chiantigiano. Da segnalare il ritrovamento presso Poggio La Croce a Radda in Chianti di alcuni semi combusti, provenienti dal probabile rito di fondazione del villaggio, che attestano la presenza, già 2300 anni fa, di "vitis vinifera" in territorio chiantigiano. La visita prosegue nella Rocca medievale, che offre uno straordinario panorama.

CASTELNUOVO BERARDENGA - MUSEO DEL PAESAGGIO

Via Chianti, 59 - 53019 Castelnuovo B.ga

Il Museo del Paesaggio è situato in un'area rappresentativa di uno dei più tipici paesaggi senesi e italiani, a Castelnuovo Berardenga, alle estreme propaggini meridionali del Chianti e in prossimità delle

Crete senesi. L'intento che ha guidato la realizzazione del museo è di favorire la consapevolezza critica di un territorio prestigioso. Si tratta dunque di un museo in cui la componente scientifico-didattica prevale: esso si caratterizza per la presenza preponderante di dispositivi consueti per i musei scientifici, quali i pannelli illustrativi fotografici, grafici, testuali e filmati su temi specifici. All'interno del museo è collocata una sezione

archeologica. I materiali sono disposti per aree significative, così da esemplificare l'evoluzione storica dei siti dalla protostoria al medioevo, attraversando l'età etrusca e quella romana.

RADDA IN CHIANTI – MUSEO INTERDIOCESANO DI ARTE SACRA DEL CHIANTI

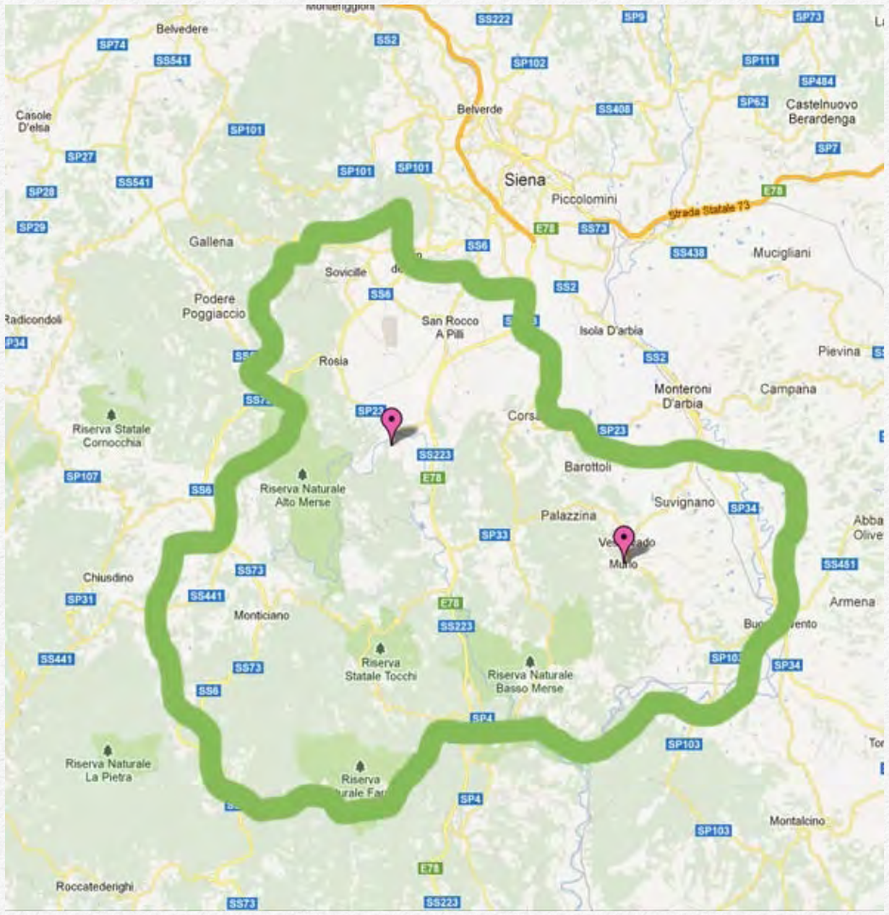
Via del Convento, 1 – 53017 Radda In Chianti

La Fondazione per la Tutela del Territorio del Chianti Classico – Onlus nasce nel 1991 per volontà del Consorzio del Marchio Storico – Chianti Classico, confluito nel 2005 nel Consorzio del Vino Chianti Classico. Sin dalla sua costituzione alla Fondazione è stata attribuita la specifica missione di tutelare il patrimonio ambientale del territorio e valorizzare le sue eredità artistico – culturali. In questo quadro è stato restaurato e musealizzato un ex-convento Santa Maria in Prato a Radda in Chianti con lo scopo di costituire un museo d'arte che possa valorizzare il patrimonio culturale e devozionale del tessuto chiantigiano.

ECOMUSEO DEL CHIANTI

Grazie alla collaborazione tra FMS, Opificio Chianti ed i Comuni di Castellina, Castelnuovo Berardenga, Gaiole e Radda è stato messo in atto un progetto di valorizzazione del patrimonio culturale chiantigiano in ottica ecomuseale. Lo strumento istitutivo individuato è stato quello delle mappe di comunità per addivenire ai seguenti obiettivi: censimento, mappatura, inventariazione e catalogazione dei culturali materiali ed immateriali del territorio anche mediante la costituzione di centri di ricerca e di documentazione territoriale; conservazione, tutela e valorizzazione delle diverse testimonianze della cultura materiale del territorio e dei saperi ad esse riferiti, anche tramite la costituzione di percorsi di valorizzazione culturale sul territorio così come di iniziative espositive temporanee e permanenti; promozione e realizzazione di studi e di iniziative educative e didattiche anche in collaborazione con istituti educativi, università e ogni altro soggetto impegnato a vario titolo nel mondo della formazione; promozione e realizzazione di iniziative editoriali congiunte anche tramite la collana di FMS; realizzazione di iniziative congiunte in ambito ICT.

VAL DI MERSE



I musei della Val di Merse

Documovie: la Val di Merse

MURLO - ANTIQUARIUM DI POGGIO CIVITATE MUSEO ARCHEOLOGICO

Piazza della Cattedrale, 4 - 53016 Murlo

Il museo è allestito all'interno dell'antico Palazzo Vescovile e della contigua palazzina nel suggestivo borgo di Murlo. Qui si custodiscono numerosi reperti archeologici provenienti dal territorio comunale tra i quali spiccano, oltre ai corredi della necropoli di Poggio Aguzzo (VII secolo a.C.), i materiali rinvenuti nel sito etrusco di Poggio Civitate, una delle più importanti scoperte per quanto riguarda il popolamento dell'Etruria settentrionale. Gli scavi di Poggio Civitate, infatti, hanno riportato alla luce gli straordinari resti di una dimora principesca, che testimoniano due differenti fasi costruttive (orientalizzante e arcaica), risalenti al VII-VI secolo a.C. Il museo è corredato da un laboratorio di restauro e periodicamente ospita conferenze, esposizioni e seminari, sull'arte e le tecniche di lavorazione antiche, come l'oreficeria, la bronzistica e la coroplastica.

ORGIA (SOVICILLE) - MUSEO ETNOGRAFICO DEL BOSCO

Località Borgolozzi (Orgia) - 53018 Sovicille

Una raccolta etnografica che valorizza le testimonianze della vita e del lavoro degli uomini nello spazio forestale. Ricavato da un capanno agricolo, presenta una prima sezione dedicata al bosco e al suo legame con le emozioni; la successiva presenta il territorio, illustra i segni, le tracce degli insediamenti e delle attività produttive, grazie a una collezione di strumenti, fonti orali

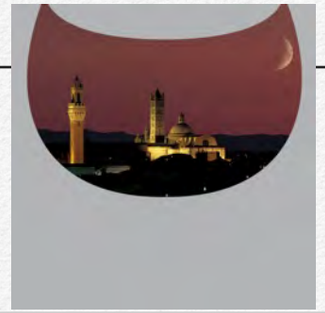
e immagini di archivio. Una rete di sentieri attrezzata offre ai visitatori un percorso lungo le tracce della presenza contadina, della lavorazione della castagna e delle trascorse professioni legate all'ambiente e alle stagioni: i taglialegna, i carbonai, i vetturini. Il Museo propone 5 percorsi ad anello per un totale di 50 Km. Alcuni sentieri ospitano progetti d'arte contemporanea. Un laboratorio didattico, allestito nella ex scuola di Orgia a 400 metri dal Museo, offre lo spazio e l'attrezzatura per la riflessione e l'elaborazione delle tematiche presentate dal Museo e dai sentieri.

MONTICIANO–ECOMUSEO D'ARTE SACRA

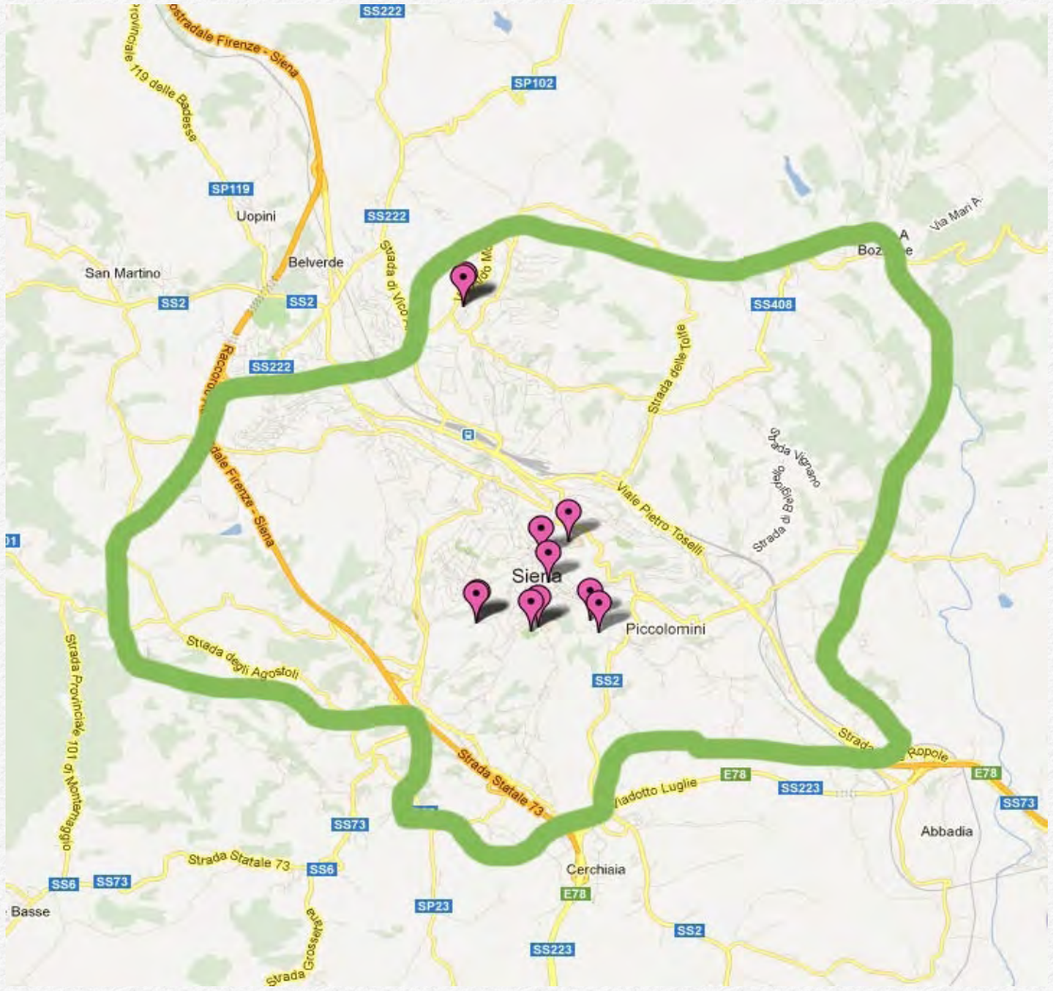
Il progetto nasce dalla collaborazione tra FMS e Comune di Monticiano ed è volto alla realizzazione di un

ecomuseo per la valorizzazione delle peculiarità artistiche e culturali, anche nell'ambito dall'arte sacra, ambientali e demo-etno-antropologiche del territorio di Monticiano nell'ottica della valorizzazione complessiva dell'area Val di Merse in chiave partecipativa.

Tra gli obiettivi: lo studio della cultura materiale e delle sue manifestazioni caratteristiche; iniziative educative, didattiche e formative, iniziative di comunicazione e di promozione, anche tramite strumenti editoriali specifici.



SIENA



I musei di Siena

Documovie: Siena

SIENA - PALAZZO PUBBLICO: MUSEO CIVICO E TORRE DEL MANGIA

Palazzo Pubblico - Il Campo - 53100 Siena

All'interno del Palazzo Pubblico affacciato su Piazza del Campo ha sede il Museo Civico di Siena che possiede un patrimonio storico-artistico di straordinario valore. Qui si ammirano opere celeberrime come la Maestà *di Simone Martini, il* Buono e Cattivo Governo *di Ambrogio Lorenzetti, oltre a dipinti italiani e stranieri databili tra i secoli XVI e XVIII, ceramiche di manifattura senese comprese tra i secoli XIV e XVIII e altre preziose collezioni. Nella Sala del Consiglio era collocato il Mappamondo girevole dipinto da Ambrogio Lorenzetti nel 1345, costituito da un telaio rotondo girevole ricoperto di materiale leggero e infine perduto. Sul lato sinistro del Palazzo Pubblico s'innalza la Torre del Mangia che, con i suoi 88 metri di altezza, simboleggiava le libertà comunali e l'affrancamento dal potere feudale, ma che suonò per la prima volta in coincidenza della terrificante epidemia che danneggiò inequivocabilmente l'economia senese chiudendone l'epoca d'oro.*

SIENA - ORATORIO DI SAN BERNARDINO E MUSEO DIOCESANO D'ARTE SACRA

Piazza San Francesco, 9 (Oratorio di San Bernardino) - 53100 Siena

Il nuovo Museo Diocesano di Arte Sacra trova collocazione in alcuni locali adiacenti all'Oratorio di San Bernardino: luogo dall'atmosfera rarefatta e sospesa, costituisce un punto di riferimento essenziale per la

storia dell'arte sacra del territorio. Si possono ammirare tavole del Due-Trecento, tra cui si segnala la meravigliosa Madonna del Latte *di Ambrogio Lorenzetti. Seguono le opere pittoriche del Cinque-Seicento e una serie di sculture tra cui quelle di Domenico di Niccolò dei Cori e di Antonio Federighi, oltre a numerosi oggetti d'oreficeria. Cuore del museo resta l'antica sala rettangolare dell'Oratorio Superiore, con soffitto a cassettoni con teste di cherubini su fondo azzurro: le pareti, interamente affrescate con le* Storie della Vergine*, offrono un mirabile esempio della pittura senese del primo quarto del Cinquecento rappresentata qui dai suoi protagonisti Girolamo del Pacchia, Sodoma e Beccafumi.*

SIENA - MUSEO DI STORIA NATURALE ACCADEMIA DEI FISIOCRITICI ONLUS

Piazzetta Silvio Gigli, 2 - 53100 Siena

L'Accademia dei "Fisiocritici" (giudici della natura), fu fondata nel 1691 da Pirro Maria Gabbrielli, docente di Medicina e Botanica nell'Ateneo senese. Il fine era lo studio dell'origine dei fenomeni naturali attraverso una verifica sperimentale. Considerata una delle società culturali più famose d'Europa, tra i suoi soci ha avuto scienziati come Carlo Linneo, Joseph-Louis Lagrange, Alessandro Volta, Louis Pasteur. Il nucleo originario delle collezioni naturali, oggi conservate nel Museo, risale alla metà del XVIII secolo. Particolarmente significative sono la raccolta "Paolo Mascagni", con i preparati anatomici realizzati con la tecnica dell'iniezione di mercurio

metallico nei vasi linfatici; la collezione "Francesco Valenti-Serini", una vasta raccolta di modelli in terracotta di funghi; la collezione "Francesco Spirito", con preparati anatomici trattati con processo di pietrificazione. Notevole la collezione zoologica, in cui spiccano i mammiferi marini, raccolti dal 1970 a oggi lungo le coste regionali, e quella geologica, consistente soprattutto in campioni del territorio della Toscana meridionale. Nell'Archivio Storico si conservano documenti manoscritti relativi alla vita e alla storia dell'Accademia e della scienza senese.

SIENA - MUSEO BOTANICO: ORTO BOTANICO E *HERBARIUM* (SIMUS)

Via Pier Andrea Mattioli, 4 - 53100 Siena

L'Orto Botanico è situtato all'interno della cinta muraria di Siena, nella valle che si apre tra Porta Tufi e Porta San Marco. Il percorso inizia dalla scuola, due terrazze artificiali in cui sono presentate le piante officinali. Si accede poi al parco con le piante indigene della Toscana centro-meridionale. Un'antica serra di fine '800 presenta le specie tropicali, mentre "il podere", area che si estende fino alle mura è coltivato con viti e olivi, in un contesto che conserva l'aspetto paesaggistico della città. Nella parte alta del podere è stato realizzato un giardino roccioso mentre, più a valle è stato ricostruito un felceto attraverso una scarpata con stillicidio. Le acque confluiscono quindi in un piccolo stagno ricco di idrofite. Accanto a esso si trova il lago, uno spazio in cui sono state allestite due piccole vasche per la riproduzione e conservazione di piante acquatiche a rischio di estinzione nella Toscana meridionale, come la ninfea bianca. In locali a temperatura e umidità controllate si conserva un erbario che raccoglie, cataloga e conserva oltre 80.000 campioni.

ARCHIVIO E PERCORSO STORICO DI ATENEO(SIMUS)

Banchi di Sotto, 55 – 53100 Siena

L'Archivio Storico dell'Università di Siena conserva la documentazione prodotta e acquisita dall'ateneo dal 1560 al 1955. Documentazione che consente sia di comprendere lo sviluppo avuto dall'università in questo

lasso di tempo, sia di ricostruire le biografie dei principali personaggi che vi hanno insegnato o studiato. L'archivio è inserito in un "percorso storico" costituito da una serie di oggetti e documenti che segnano gli episodi principali della vita dell'università.

CENTRO SERVIZI DI ATENEO CUTVAP (SIMUS)

Polo scientifico San Miniato, Via Aldo Moro, 2 – 53100 Siena

Il Centro Servizi d'Ateneo, denominato CUTVAP, nasce con lo scopo primario della salvaguardia delle collezioni storico scientifiche dell'ateneo senese e ha compiti di recupero, inventariazione, ricerca e valorizzazione dei beni culturali in ambito scientifico. Attraverso una pluriennale attività di ricerca sono stati recuperati di varia tipologia che vanno dallo strumento chirurgico al modello didattico in cera, dalle tavole anatomiche alla vetreria da laboratorio, dall'antico microscopio alle grandi attrezzature mediche del Novecento e che costituiscono oggi le numerose collezioni di strumentaria scientifica organizzate secondo il modello del "deposito organizzato". La maggioranza degli strumenti proviene dal mondo sanitario, in particolare dall'ospedale Santa

Maria della Scala di Siena, da cliniche e dipartimenti universitari, da enti esterni e da privati. Il Centro quindi eroga servizi relativi alla tutela del bene culturale in ambito scientifico e a tal fine nella propria sede ospita una biblioteca di settore (storia della scienza, storia della medicina, museologia scientifica), un piccolo laboratorio di restauro e un gabinetto fotografico.

COLLEZIONI DI FISICA (SIMUS)

Via Roma, 56 – 53100 Siena

Una delle più belle e ricche collezioni storiche degli strumenti scientifici dell'ateneo senese è sicuramente quella di Fisica. I suoi quasi 400 strumenti, l'omogeneità cronologica, l'ottimo stato di conservazione, ne fanno una raccolta prestigiosa per lo storico delle scienze fisiche. La collezione ben testimonia la storia della disciplina: evoluzione e ricerca, percorso didattico all'interno dell'università di Siena fin dalle origini quale insegnamento della facoltà medica, per poi passare negli anni Sessanta anche alla neofacoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali.

COLLEZIONI DI PREISTORIA, ARCHEOLOGIA CLASSICA E ARCHEOLOGIA MEDIEVALE (SIMUS)

Via Roma, 56 – 53100 Siena

Le collezioni di archeologia attualmente in deposito presso le sedi del Dipartimento di Archeologia e Storia delle arti sono costituite dai reperti rinvenuti durante le attività di ricerca sul campo (scavi e ricognizioni) e da raccolte didattiche, pannelli, riproduzioni e repliche. L'entità dei reperti conservati nei depositi raggiunge ormai alcune migliaia di oggetti. Il patrimonio comprende collezioni tematiche: manufatti in pietra, ceramiche, metalli e vetri, monete, affreschi, reperti faunistici, paleobotanici e antropologici. Le collezioni più consistenti sono relative alle raccolte delle produzioni ceramiche di varie civiltà del mondo antico, dalla

preistoria al Rinascimento, provenienti soprattutto dalla Toscana, in quanto esse si collegano strettamente all'attività di ricerca che si svolge principalmente nella regione.

MUSEO ANATOMICO "LEONETTO COMPARINI" (SIMUS)

Polo scientifico di San Miniato, Via Aldo Moro, 2 – 53100 Siena

Il Museo anatomico senese nasce nel 1860 negli ex Istituti biologici allora situati presso il cimitero del Laterino. Trasferito nel 2001 al Polo scientifico

universitario di San Miniato conserva un'importante raccolta osteologica, antichi arredi scientifici ottocenteschi come l'istoteca, il "cassettone" delle tavole didattiche e un'antica cappa da laboratorio. Due grandi mobili conservano numerosi modelli anatomici in cera, alcuni preparati anatomici essiccati con l'iniezione del mercurio metallico nei vasi linfatici secondo la tecnica operata dal Mascagni. Nel Museo è collocata anche una collezione craniologia ottocentesca che riveste per provenienza e quantità un interesse scientifico internazionale. Affiancano il Museo due aule, attualmente utilizzate dagli studenti universitari per lo studio dell'anatomia macroscopica e microscopica.

MUSEO NAZIONALE DELL'ANTARTIDE "FELICE IPPOLITO" (SIMUS)

Via del Laterino 8, 53100 Siena

L'Antartide - l'Antarktikòs del mito greco - Terra Australis Nondum Cognita sino al 16° secolo, diventa Terra Cognita solo nel 20° secolo, prima con la "fase eroica" delle spedizioni e poi a seguito dell'Anno Geofisico Internazionale (1957-58). Le regioni polari - e l'Antartide

in particolare - giocano un ruolo fondamentale nella regolazione dell'intero sistema Terra, influenzando il clima, gli ecosistemi e la comunità dei viventi, incluso l'Uomo. L'esposizione del Museo affronta le tematiche storiche, politiche e scientifiche dell'Antartide attraverso un percorso che comprende reperti, immagini, materiale bibliografico e cartografico, sistemi multimediali con lo scopo di offrire al sistema educativo

ed al cittadino uno strumento di informazione, conoscenza e riflessione. Presso il Museo sono conservati circa 19000 campioni di rocce e oltre 1100 meteoriti raccolti in Antartide durante le spedizioni del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. La biblioteca raccoglie oltre 5000 titoli pubblicati a partire dal 1840, riguardanti i molteplici aspetti delle regioni polari, dal diritto internazionale alle scienze della Terra, dalla conservazione dell'ambiente alla divulgazione scientifica, dalla biologia all'esplorazione.

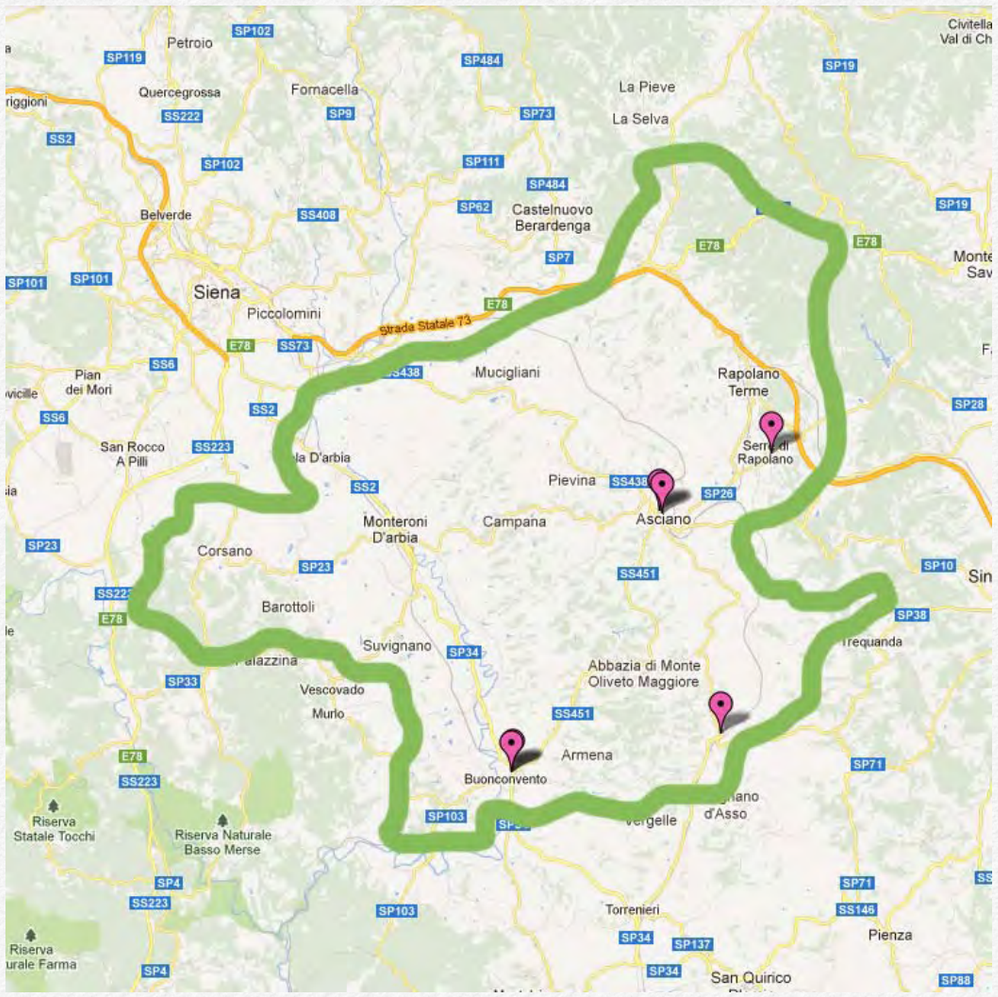
MUSEO DI SCIENZE DELLA TERRA (SIMUS)

Via del Laterino, 8 – 53100 Siena

Il Museo raccoglie le collezioni petrografiche e paleontologiche esistenti fin dagli anni '60 nell'Istituto di Geologia e Paleontologia ora divenuto Dipartimento di Scienze della Terra. Nel corso degli anni, le collezioni sono state organizzate e integrate con campioni didattici e museali di fossili, minerali e rocce. L'attuale consistenza dei campioni raggiunge, nel loro insieme, alcune migliaia di unità. Attualmente il sistema ostensivo è costituito da 17 vetrine tematiche, alcune collezioni petrografiche, carte geologiche e alcune vetrine con

strumenti scientifici. Questo sviluppo ha consentito al Museo di assumere, oltre alla valenza istituzionale, anche una divulgativa in favore dell'utenza esterna, consistente in una rilevante offerta didattica. Emergono tra le attività l'impegno per la valorizzazione dei siti di rilevante interesse geo-mineralogico e l'attività di ricerca e conservazione del patrimonio mineralogico della Toscana e in particolare della provincia di Siena.

CRETE – VAL D’ARBIA



I musei delle Crete-Val d’Arbia

Documovie: le Crete-Val d’Arbia

ASCIANO - MUSEO CIVICO ARCHEOLOGICO E D'ARTE SACRA PALAZZO CORBOLI

Corso Matteotti, 122 - 53041 Asciano

Palazzo Corboli appartenne alla nobile famiglia senese dei Bandinelli i cui stemmi ricorrono nella decorazione pittorica dell'edificio, dove spiccano i due cicli di affreschi allegorici trecenteschi della Sala di Aristotele e della Sala delle Stagioni, attribuiti a Cristoforo di Bindoccio e Meo di Pero. Il percorso della sezione di arte sacra propone opere di artisti quali Giovanni Pisano, Segna di Bonaventura, Ambrogio Lorenzetti, Francesco di Valdambrino, tavole quattrocentesche del 'Maestro dell'Osservanza', di Pietro di Giovanni d'Ambrogio, Matteo di Giovanni, Giovanni di Paolo, e altri dipinti dei secoli successivi, tra i quali la Crocifissione di Bernardino Mei, tra i massimi interpreti del barocco senese. In alcune sale del secondo e terzo piano è la sezione archeologica, con reperti che documentano gli insediamenti etruschi dell'Alta Valle dell'Ombrone.

ASCIANO - MUSEO CASSIOLI. PITTURA SENESE DELL'OTTOCENTO

Via Mameli, 34 - 53041 Asciano

Realizzato nel 1991 grazie ad un importante lascito di opere di Amos e Giuseppe Cassioli, il museo è stato recentemente riaperto al pubblico con un nuovo allestimento e con un importante incremento di opere dei maggiori esponenti della scuola senese dell'Ottocento, concesse in deposito dall'Istituto d'Arte "Duccio di Buoninsegna" di Siena. Per queste ragioni il Museo Cassioli si pre-

senta come l'unica sede museale della provincia di Siena dedicata interamente alla pittura senese del secolo XIX, particolarmente interessante anche per quel che riguarda la sezione disegni e sculture.

BUONCONVENTO - MUSEO D'ARTE SACRA DELLA VAL D'ARBIA

Via Socini, 18 - 53022 Buonconvento

Il museo, che oggi ha sede nel palazzo Ricci Socini, delizioso esempio di architettura e decorazione interna in stile liberty ospita un nucleo di opere d'arte riunite già

a partire dal 1926 da don Crescenzio Massari, parroco di Buonconvento. Quel nucleo originario nel tempo si è ampliato e adesso la collezione sacra (dipinti, sculture, oreficerie tessili) comprende notevoli opere d'arte di artisti quali Duccio, Pietro Lorenzetti, Luca di Tommé, Andrea di Bartolo, Sano di Pietro, Matteo di Giovanni, Girolamo di Benvenuto, Pietro di Domenico, Guidoccio Cozzarelli, Bartolomeo di David, Brescianino e ancora lavori di Rutilio Manetti, Francesco Vanni, Astolfo Petrazzi, Ventura e Simondio Salim, Bernardino Mei. Interessante la presenza degli oggetti d'uso dalle compagnie laicali, in particolare dei "cataletti".

BUONCONVENTO - MUSEO DELLA MEZZADRIA SENESE

Tinaia del Taja (Piazzale Garibaldi) - 53022 Buonconvento

Sono i locali tardo seicenteschi di un vecchio granaio padronale, di cui si mantengono inalterati sia gli spazi che gli elementi costruttivi, ad ospitare questo museo che si propone di documentare e far rivivere un mondo ormai scomparso attraverso foto d'epoca, oggetti originali, passi letterari, musiche, filmati e documenti

d'archivio, il tutto presentato da apposite postazioni multimediali. Un viaggio che rievoca ambientazioni di un complesso sistema sociale ed economico nel quale hanno vissuto la maggior parte delle famiglie toscane fino alla metà del Novecento. Al secondo piano la casa colonica che ricrea l'atmosfera di un'abitazione contadina. I laboratori didattici che permettono ai bambini di ripercorrere una delle esperienze fondamentali della cultura storica locale e nazionale.

SAN GIOVANNI D'ASSO - MUSEO DEL TARTUFO E CENTRO DI DOCUMENTAZIONE

Piazza Gramsci, 1 (Castello Comunale) - 53020 San Giovanni d'Asso

A San Giovanni d'Asso, ponte naturale tra le Crete e la Val d'Orcia ha sede il primo museo italiano del Tartufo, ospitato dai sotterranei del trecentesco Castello di San Giovanni, 250 metri quadrati per un viaggio che comincia con "il mistero del tartufo". Tra stregoneria, scienza ed erotismo, si racconta della leggenda che lo voleva originato da un fulmine fino ad arrivare alla definizione scientifica vera e propria. Vengono proposte esperienze sensoriali attraverso percorsi che coinvolgono il tatto, l'udito, il gusto e infine il cosiddetto "odorama", vera giostra dedicata all'olfatto. Alla vista sono poi dedicati contributi multimediali. L'ultima sezione del museo riproduce una mensa contadina e una altoborghese e indaga le tecniche di raccolta, conservazione e di impiego in cucina. Chiude il percorso il centro documentazione dove si realizzano anche laboratori didattici.

SERRE DI RAPOLANO (RAPOLANO TERME) - MUSEO DELL'ANTICA GRANCIA E DELL'OLIO

Via dell'Antica Grancia, 3 (Loc. Serre di Rapolano) - 53040 Rapolano Terme

Il museo documenta la storia delle antiche fattorie fortificate (le Grance), appartenenti fin dal XIV secolo all'Ospedale di Santa Maria della Scala: in questo caso, la struttura, risalente al Duecento, ha subito numerose modifiche fino all'alienazione del 1790. Si tratta di un

patrimonio storico-culturale importante che rappresentava il centro di produzione agraria locale, capace di assicurare parte dei alimentari per l'Ospedale senese, come deposito di grano e sede di lavorazione del vino e dell'olio: questa molteplicità di funzioni si rispecchia nel percorso articolato del museo, dove si riannodano simbolicamente i fili di un lungo tratto della storia non solo della comunità montana di Rapolano e Serre, ma di tutta la provincia senese.

AMIATA – VAL D'ORCIA

I musei dell'Amiata-Val d'Orcia

Documovie: l'Amiata-Val d'Orcia

ABBADIA SAN SALVATORE - PARCO MUSEO MINERARIO E GALLERIA LIVELLO VII

Piazzale Renato Rossaro, 6 - 53021 Abbadia S. Salvatore

Il museo è localizzato nell'area mineraria di Abbadia San Salvatore, dove fin dall'Ottocento era attivo uno dei più importanti giacimenti di mercurio del mondo e dove rimangono impianti e attrezzature. Una collezione composta da strumenti di lavoro, documenti, oggetti e fotografie, illustra i sistemi di escavazione del minerale ed estrazione del metallo, la vita quotidiana dei minatori, la diversa concezione del mercurio nel tempo: da prodotto alchemico a risorsa strategica mondiale. La Galleria Livello VII costituisce invece il primo percorso sotterraneo all'interno del Parco dove sono ricostruiti vari ambienti corredati di utensili, macchinari, manichini che riproducono alcune fasi di lavoro e i fronti di escavazione con terreni contenenti il cinabro, entro un'atmosfera suggestiva di suoni e di odori.

CASTIGLIONE D'ORCIA – SALA D'ARTE SAN GIOVANNI E ROCCA DI TENTENNANO

Via Aldobrandeschi, 13 - 53023 Castiglione d'Orcia

La sala ubicata nell'antica sede dell'omonima confraternita e conserva i dipinti eseguiti per Castiglione e Rocca d'Orcia da alcuni dei maggiori esponenti della scuola senese dei secoli XIV e XV: Simone Martini, Vecchietta e Giovanni di Paolo. A questi si affiancano una serie di arredi liturgici

provenienti da chiese e confraternite della zona. La Rocca di Tentennano si erge su uno sperone di roccia calcarea nel cuore della Val d'Orcia. Costruita nel secolo XIII dai conti Tignosi da Tintinnano come presidio sulla sottostante via Francigena l'imponente fortezza, in cui soggiornò anche santa Caterina da Siena, ebbe sempre una importante funzione strategica per il controllo del territorio meridionale dell'antico stato senese. Dalla sua sommità si gode uno splendido panorama.

MONTALCINO – MUSEO CIVICO E DIOCESANO D'ARTE SACRA E MUSEO ARCHEOLOGICO

Via Ricasoli, 31 - 53024 - Montalcino

Il Museo Civico Diocesano d'Arte Sacra di Montalcino è ospitato all'interno di parte dell'ex convento di Sant'Agostino. Il restauro ha consentito di riunire i due musei preesistenti, il Diocesano e il Civico, collegandosi anche alla contigua chiesa dei Santi Filippo e Giacomo,

in cui è prevista una postazione multimediale. La collezione presenta l'evoluzione della produzione artistica locale, dal Medioevo fino al Novecento storico. Tra le opere spiccano numerose sculture lignee dipinte legate, nel medioevo, ad una serie di necessità liturgiche e realizzate dai maggiori artisti del tempo, come Francesco di Valdambrino. Oltre ad altri capolavori, come il Crocifisso *del Giambologna, sono poi da segnalare alcuni significativi reperti di ceramica medievale, tessuti, oreficeria e miniatura.*

MONTICCHIELLO (PIENZA) – TE.PO.TRA.TOS. SCENE DEL TEATRO POPOLARE TRADIZIONALE TOSCANO

Piazza Nuova, 1 - 53020 Monticchiello (Pienza)

L'idea di Te.Po.Tra.Tos. (Scene del Teatro Popolare Tradizionale Toscano) è maturata nel corso della quarantennale esperienza del Teatro Povero, che ha fatto della civiltà contadina uno dei nodi essenziali della propria drammaturgia. Trattandosi di una sede dove si racconta l'esperienza del teatro popolare tradizionale (tramandato di generazione in generazione e legato alle stagioni), l'intera struttura si allontana dagli schemi

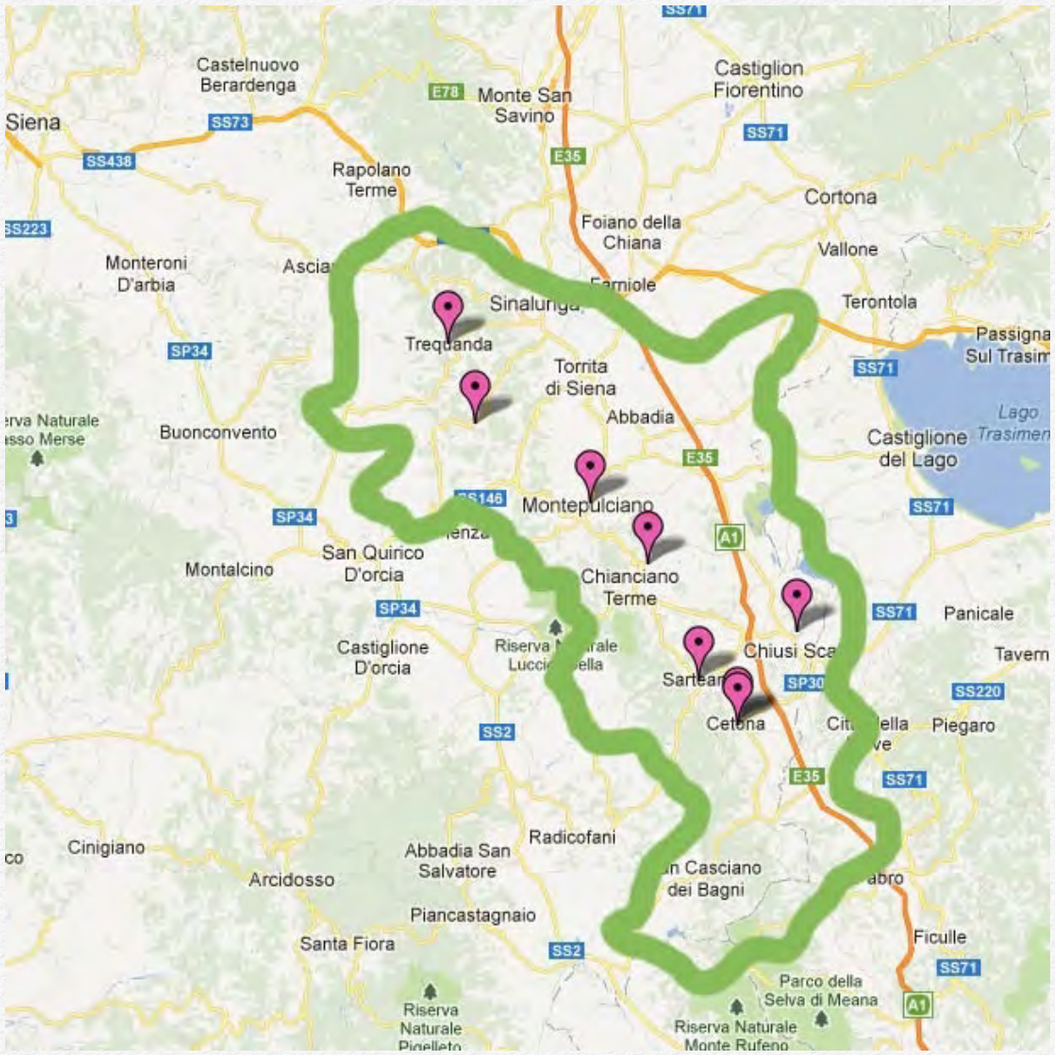
consueti degli allestimenti museali. In questo spazio, un antico granaio che si trasforma in una vera e propria scenografia, il visitatore, immerso in un universo comunicativo costituito da rumori, voci, frammenti di dialoghi, immagini, è chiamato dunque ad interagire e a ritrovare i frammenti di quelle forme di teatro non "come relitti di antichi riti custoditi da ignari contadini, ma come un modo di vivere la vita e di sentire la bellezza e l'arte".

PIENZA - MUSEO DIOCESANO

Corso II Rossellino, 30 - 53026 Pienza

Il museo ha sede nell'attuale Palazzo Vescovile, entro quel complesso architettonico della Piazza e della Cattedrale che costituisce il fulcro monumentale del rinnovamento voluto dal papa umanista Pio II Piccolomini e realizzato da Bernardo Rossellino. Allestita in undici sale secondo un criterio cronologico, la collezione presenta significative testimonianze dell'arte figurativa senese, dalla bottega di Duccio di Bon insegna ai capolavori di Pietro Lorenzetti, del Vecchietta e del Signorelli; vanno poi segnalate le oreficerie databili tra il Due e il Quattrocento, gli arazzi fiamminghi, i codici miniati, gli arredi sacri e le sculture lignee dipinte, tra cui spiccano quelle di Domenico di Niccolò dei Cori. Capolavoro indiscusso è lo splendido Piviale di Pio II, di manifattura inglese, a testimoniare la personalità illuminata di questo protagonista della storia locale e della cultura internazionale.

VAL DI CHIANA



I Musei della Val di Chiana

Documovie: la Val di Chiana

CETONA - MUSEO CIVICO PER LA PREISTORIA DEL MONTE CETONA

Via Roma, 37 e Località Belverde - 53040 Cetona

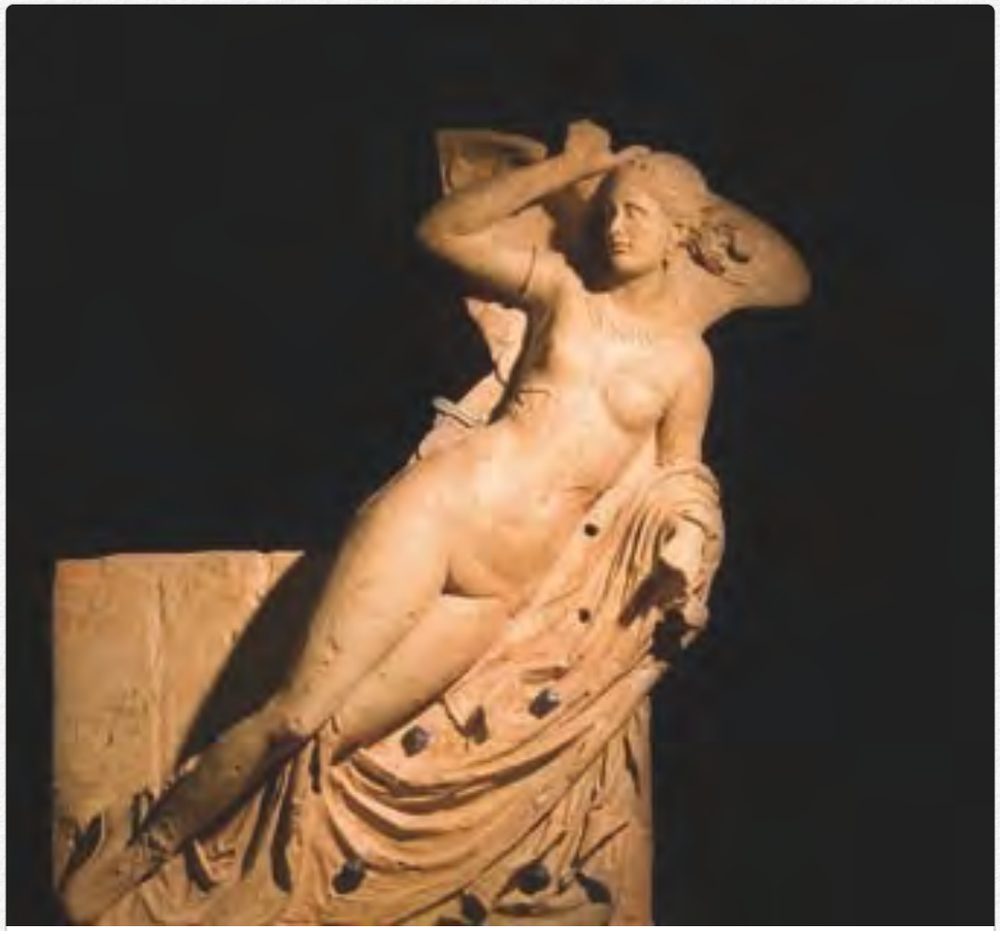
Il museo documenta le varie fasi del popolamento umano nel territorio che gravita intorno al Monte Cetona, a partire dal Paleolitico fino alla fine dell'Età del Bronzo. La documentazione archeologica è preceduta da una esposizione nella quale è illustrata l'evoluzione paesaggistica dell'area sulla base delle evidenze geologiche e paleontologiche. Strettamente collegato al museo è il Parco Archeologico Naturalistico di Belverde: è possibile visitare alcune delle cavità che si aprono nel travertino, adeguatamente illuminate e attrezzate. L'Archeodromo di Belverde, vicino alla zona archeologica, è un percorso didattico creato per completare e integrare la visita al museo e al parco. Nei vari settori dell'Archeodromo - interamente accessibile ai disabili ad eccezione della grotta - vengono effettuate visite guidate, laboratori, attività di sperimentazione e animazione.

CETONA - PARCO ARCHEOLOGICO NATURALISTICO DI BELVERDE E ARCHEODROMO DI BELVERDE

Via Roma, 37 e loc. Belverde - 53040 Cetona

Strettamente collegato al Museo Civico per la Preistoria è il Parco Archeologico Naturalistico di Belverde: è possibile visitare alcune delle cavità che si aprono nel travertino, adeguatamente illuminate e attrezzate. L'Archeodromo di Belverde, vicino alla zona archeologica,

è un percorso didattico creato per completare e integrare la visita al museo e al parco. Nei vari settori dell'Archeodromo - interamente accessibile ai disabili ad eccezione della grotta - vengono effettuate visite guidate, laboratori, attività di sperimentazione e animazione.



CHIANCIANO TERME - MUSEO CIVICO ARCHEOLOGICO

Viale Dante, 80 - 53042 Chianciano Terme

Il percorso museale che si articola in sezioni topografiche (il mondo dei morti, i santuari, le abitazioni, le terme in età romana) si apre con alcune ricostruzioni di

sepolture ed esposizioni di corredi tombali, databili tra il VI e il V secolo a.C., epoca di massimo sviluppo per la città. Molto ricca la collezione dei canopi provenienti dagli scavi nella necropoli di Tolle, mentre a testimonianza della successiva età ellenistica si ritrovano urne cinerarie in alabastro e una serie di ambienti per la lavorazione del vino; allo stesso periodo appartiene anche il monumentale frontone di terracotta, che ornava un edificio sacro nella valle dell'Astrone. L'ultima sezione documenta lo sfruttamento delle ricche sorgenti di Chianciano in età romana, quando sorsero lussuose ville e edifici termali, in cui si narra che venne a curarsi anche il poeta Orazio.

CHIUSI - MUSEO CIVICO “LA CITTÀ SOTTERRANEA”

Via Baldetti, 8 - 53043 Chiusi

Con i suggestivi percorsi delle sue tre sezioni (“Il Labirinto”, “Attività produttive”, “Epigrafica”) il Museo Civico “La Città Sotterranea” di Chiusi arricchisce il panorama della complessa realtà archeologica, storico artistica e geografica della città, che già offre al visitatore importanti spazi espositivi - il Museo Archeologico Nazionale e il Museo della Cattedrale - e suggestive testimonianze, come le tombe etrusche, le catacombe cristiane e il complesso sotterraneo dell’Orto Vescovile meglio noto come “Labirinto di Porsenna”. Particolarmente suggestiva è la sezione ipogea nella quale si conserva il maggior numero di epigrafi etrusche in tutta Italia.

MONTEPULCIANO - MUSEO CIVICO PINACOTECA CROCIANI

Palazzo Neri Orselli - Via Ricci, 10 - 53045 Montepulciano

Il Museo Civico che sin dal 1954 ha sede nel Palazzo Neri Orselli, ospita la Pinacoteca Crociani, composta da circa centottanta dipinti donati al comune dal Primicerio della Cattedrale Francesco Crociani. A questa sorta di "galleria" appartengono pitture di storia e di figura sacra e profana, ritratti, paesaggi, scene di genere e nature morte; a esse si affiancano altre importanti opere provenienti dalle soppressioni ottocentesche dei conventi locali, una serie di terrecotte robbiane cinquecentesche, una ricca sezione archeologica e materiali ceramici. Tra i quadri si segnalano opere di artisti di scuola senese (Sodoma, Alessandro Casolani, Rutilio Manetti, Deifebo Burbarini), fiorentina (Giovannantonio Lappoli, Giovanbattista Naldini, Santi di Tito, Giusto Suttermans, Pier Dandini), romana (Giovanni Antonio Galli detto lo Spadarino), emiliana (Prospero Fontana, Agostino Carracci, Cristoforo Munari) e fiamminga (Jan Miel, Abraham Bloemart).

PETROIO (TREQUANDA) - MUSEO DELLA TERRACOTTA

Via Valgelata, 10 (loc. Petroio)-53020 Trequanda

Petroio si distingue da molti secoli per la produzione di articoli in terracotta, e per quella figura del vasaio che ha assunto il ruolo di custode dell'arte e della cultura di questi luoghi. Il museo sottolinea l'intreccio attivo tra passato e presente, tra artigianato e design: viene cioè illustrata la

continuità tra le tecniche antiche, rese con interessanti ricostruzioni della cava in cui viene estratta l'argilla e della bottega in cui viene lavorata col tipico forno, e dei metodi recenti, con la possibilità di visitare gli impianti dei concai della zona. La storia della lavorazione della terracotta è così inserita all'interno del più ampio panorama dell'artigianato tradizionale senese, rinviando al territorio come grande contenitore anche di antiche terrecotte inamovibili come i "madonnini" o le gronde di alcune case.

SARTEANO - MUSEO CIVICO ARCHEOLOGICO

Via Roma, 24 - 53047 Sarteano

Il museo è ubicato al piano terra del cinquecentesco Palazzo Gabrielli e raccoglie i materiali provenienti dal territorio comunale, sviluppando il tema delle necropoli etrusche, comprese tra la fine del IX e l'inizio del I secolo a.C.. Di

particolare interesse la sezione dedicata ai canopi del periodo orientalizzante (VII secolo a.C.) che vede la ricostruzione di una piccola tomba a camera. Nella necropoli delle Pianacce, tra le sepolture monumentali scavate nella roccia, è stata rinvenuta la splendida Tomba della Quadriga Infernale, un ipogeo risalente al 330-320 a.C., decorato da affreschi a colori vivaci conservati in maniera sorprendente. Si possono poi ammirare i reperti provenienti da edifici termali di epoca imperiale che documentano l'occupazione senza soluzione di continuità del territorio di Sarteano dalla preistoria ai nostri giorni.

Gli autori

Stefano Paolo Corgnati

Ingegnere meccanico e dottore di ricerca in Energetica, è professore associato di “Fisica Tecnica Ambientale”presso il Dipartimento di Energia del Politecnico di Torino. Svolge attività di ricerca nel gruppo TEBE (Technology for Energy, Building and Environment) nei campi delle prestazioni energetiche degli edifici e del benessere climatico indoor. È coordinatore operativo del Centro di Ricerca “Indoor Environment & Energy Management Competence Centre” di Telecom presso il Politecnico di Torino. È autore di oltre 220 pubblicazioni relative all’energetica edilizia e al comfort negli edifici. Per le sue ricerche, nel 2009 è vincitore del premio REHVA “Young Scientist Award”. Già membro del Consiglio Direttivo dell’associazione AICARR, è Vice-Presidente di Rehva, Federazione Europea della Associazioni del Condizionamento dell’Aria. Per la International Energy Agency, è Subtask leader nel progetto ECBCS-Annex 53 “Total Energy Use in Buildings” e Annex59 "Low Temperature Heating High Temperature Cooling. È membro IABP (International Association of Building Physics) e IBPSA (International Building Peformace Simulation Association).

Fabio Marulli D'Ascoli

Ingegnere civile. Si occupa della gestione della sicurezza dei musei.
È stato responsabile della gestione della sicurezza del Complesso Museale del Santa Maria della Scala a Siena e delle strutture museali del Comune di Siena oltre che consulente della Fondazione Musei della Città di Torino. Ha coordinato l'attività di allestimento e di garanzia del rispetto delle condizioni di prestito di mostre temporanee complesse. È stato membro del Comitato per lo sviluppo di studi e ricerche nel settore della sicurezza antincendio applicata al recupero di beni artistici e architettonici costituito tra il Ministero dell'Interno - Dipartimento dei VV.F e il Comune di Siena - Istituzione del Santa Maria della Scala.
È membro della Commissione tecnica della Regione Toscana per il riconoscimento dei musei ed ecomusei di interesse regionale. Coautore di pubblicazioni e docente in seminari programmati dalla Regione Toscana nell'ambito dell'attività di formazione e di divulagazione degli standard museali e delle normative sulla tutela e sicurezza in ambienti museali.

Michela Rota

Architetto, laureata presso la prima Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino nel 2002. È ricercatrice a contratto dal 2008 presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino; svolge l'attività nel gruppo TEBE (Technology for Energy, Building and Environment) per lo sviluppo di metodologie per l'analisi complessa degli edifici museali e dei beni culturali e la loro valorizzazione. Fino a luglio 2009 la ricerca principale ha riguardato lo 'Studio per l'inserimento delle nuove tecnologie in ambito museale'; dal 2010 riguarda lo 'Sviluppo di attività finalizzate all'elaborazione di soluzioni tecniche e organizzative per il miglioramento della qualità negli edifici museali', in termini di spazi, allestimenti, ambiente interno e sicurezza. E' autrice di diverse pubblicazioni.
Ha iniziato con la tesi ad occuparsi di standard museali ed ha elaborato all'interno di un Gruppo di Lavoro per la Regione Piemonte gli 'Standard per l'Ambito Strutture e Sicurezza' ed in seguito è stata coinvolta per lo sviluppo della relativa Procedura di Accreditamento entrata in vigore a partire dall'anno 2012.
È iscritta all'Ordine degli Architetti della Provincia di Torino.
Svolge l'attività di architetto in gruppo con altri professionisti coinvolti nel campo della progettazione architettonica integrata con aspetti relativi alla sostenibilità ambientale. In particolare si occupa di progetti legati agli edifici per la cultura, alla museografia e alla residenza.

Luigi Maria Di Corato

Laureato in Lettere Moderne presso l'Università di Siena, ha conseguito l'Executive Master of Business Administration (MBA) presso il MIP School of Management del Politecnico di Milano. Dal 1996 ha svolto un'intesa attività sia in Italia che all'estero come curatore e project manager di mostre e rassegne d'arte contemporanea presso istituzioni di primo piano. È stato docente di Storia dell'Arte Moderna e Contemporanea presso l'Accademia Carrara di Belle Arti di Bergamo e di Gestione dei beni culturali all'Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Brescia. Dal 2001 è professore a contratto all'Università Cattolica di Milano, Facoltà di Economia, dove è titolare dell'insegnamento di "Management del museo e dei servizi museali". Nel 2012 ha teneuto un ciclo di lezioni e conferenze dal dipartimento di Italian Studies della Brown University di Providence (USA) come guest lecturer. Già conservatore della Fondazione Europea del Disegno e direttore del Complesso Museale del Forte di Bard in Valle d'Aosta e del Museo e Tesoro del Duomo di Monza.
Dal 2009 è direttore generale della Fondazione Musei Senesi. Svolge da anni attività di volontariato nell'ambito dei musei e della cultura: è attualmente componente del comitato organizzatore di "ICOM General Conference 2016" in vista della conferenza mondiale dei musei che si terrà a Milano nel 2016 e coordinatore del Comitato Locale per la candidatura di Siena a Capitale Europea della Cultura 2019.

Oltre ai curatori, hanno collaborato al volume:
Cristina Becchio, Daniele Guglielmino, Luca Rollino

Saper Fare
nei Musei