



Anno LXVII
Febbraio 2017

Fondatore
Ing. Gaetano Motta

Organo Ufficiale
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
Via V. Giuffrida, 202 - 95128 Catania
Reg. Trib. di Catania n. 15 del 19/6/1948

Direttore Responsabile
Santi Maria Cascone

Coordinatore responsabile redazionale
Gaetano D'Emilio

Comitato di Redazione
Alfredo Amico
Mario Anastasi
Bruno Andò

Angiolo Maria Bella
Alfredo Cavallaro
Antonio Distefano
Antonio Gulisano
Giovanni Liotta
Giuseppe Mirone
Rosaria Musumeci
Antonino Nicolosi
Giovanni Pampallona
Francesco Papale
Francesco Pezzella
Giuseppe Platania
Vincenzo Sapienza

Esperto servizi fotografici
Vittorio Graziano

Realizzazione e Stampa
Cartoden s.a.s. - San Giovanni La Punta (CT)

In copertina
Zona Terremotata del Centro Italia - Vista Aerea

Sommario

- Prevenire per non Ricostruire**
di Santi Maria Cascone **3**
- Lettera Aperta di Luigi Bosco Indirizzata
al Ministro delle Strutture e dei Trasporti On. Graziano Delrio**
di Luigi Bosco **5**
- Terremoto nelle Marche
Arquata del Tronto**
di Salvatore Ferracane **6**
- Lo Sviluppo del Territorio e la Banda Larga:
Tecnica di Scavo e Posa della Fibra Ottica**
di Alfredo Maria Cavallaro **9**
- Opencity Project
Un Progetto per l'Archeologia Urbana, la Pianificazione
e lo Sviluppo Sostenibile di Catania**
di Daniele Malfitana, Antonino Mazzaglia e Giuseppe Cacciaguerra **24**
- Confronto tra Fattori di Rischio Oggettivi e Soggettivi
per il Miglioramento della Sicurezza delle Rotatorie Stradali**
di Natalia Distefano, Salvatore Leonardi e Giulia Pulvirenti **34**
- Il Dopo "COP 21"
La Resa dei Conti**
di Rosario Lanzafame **42**
- L'Influenza dei Mezzi Pesanti nella Manutenzione dei Ponti**
di Giuseppe Galizia e Francesco Nicosia **49**
- Soluzioni Costruttive con Materiali Riciclati
Applicazione in un Caso Studio**
di Giuseppe Spartà e Nicoletta Tomasello **61**
- Architetture Coloniali di Ieri Monumenti Storici di Oggi:
Borgo Ventimiglia**
di Sergio Sciacca **66**
- La Sicilia come HUB Energetico del Mediterraneo nella Visione di un
Sistema Elettrico Trans-Nazionale Competitivo, Affidabile e Sostenibile**
di Francesco Pezzella e Giuseppe Marco Tina **69**
- Cambiamenti
Responsabilità e Strumenti per l'Urbanistica e Servizio del Paese**
di Paolo La Greca **71**
- Presentazione del Libro
Catania Archeologia e Città**
Redazionale **76**
- Una Controindicazione nel Rinforzo Strutturale**
di Mario Grasso **77**
- Recensioni** **79**



Santi Maria Cascone	presidente
Alfio Grassi	segretario
Giuseppe D'Urso	tesoriere
Fabio Giovanni Filippino	vice presidente
Carmelo Maria Grasso	delegato alla Consulta regionale
Aldo Abate	consigliere
Lucilla Aiello	consigliere
Luigi Bosco	consigliere
Mario Finocchiaro	consigliere
Antonio Leonardi	consigliere
Enzo Livio Maci	consigliere
Giuseppe Marano	consigliere
Giuliana Saitta	consigliere
Mauro Scaccianoce	consigliere
Valeria Vadalà	consigliere

Commissioni tematiche interne

Energia, Ambiente e Sostenibilità

(delegato Mario Finocchiaro)

Giovani e Attività aggregative

(delegato Giuliana Saitta)

Qualità e Sicurezza

(delegato Enzo Livio Maci)

Strutture, Geotecnica e Protezione Civile

(delegato Giuseppe Marano)

Telecomunicazioni, Elettronica, Informatica e Automazione

(delegato Fabio Giovanni Filippino)

Territorio, Urbanistica e Architettura

(delegato Giuseppe D'Urso)

PREVENIRE PER NON RICOSTRUIRE

Gli eventi sismici che hanno investito l'Italia centrale negli ultimi mesi hanno ancora una volta dimostrato la fragilità del patrimonio edilizio e architettonico del paese.

Abbiamo assistito a fasi alterne all'interesse nell'argomento sui mezzi di informazione percependo chiaramente come, trascorse poche settimane dagli eventi, la tendenza è quella di fare cadere l'attenzione mediatica sul rischio sismico. Si tratta di un atteggiamento già noto, che si è ripetuto già in passato, rispetto al quale tuttavia occorre consolidare in controtendenza la posizione dei tecnici rafforzando le azioni per la diffusione della cultura della prevenzione.

Quanto è accaduto in occasione dei terremoti degli ultimi quarant'anni avrebbe dovuto far maturare a tutti la dimensione dell'esposizione agli eventi sismici del nostro paese e portare alla messa in atto di un ampio e articolato piano di prevenzione; ciò in realtà non è accaduto. Una delle ragioni forse risiede proprio nella mancanza di una percezione diffusa del rischio e in una carenza di informazione.

Un tema di così rilevante importanza infatti richiede una sensibilità e un bagaglio di informazioni e conoscenza che non possono rimanere nel limitato contesto degli addetti ai lavori.



Fig. 1 La Cattedrale di Norcia prima di essere distrutta dal terremoto

Il terremoto del 23 agosto scorso investe Amatrice e altri importanti centri storici; quel territorio appare completamente impreparato all'evento nonostante solo quattro anni prima la città de l'Aquila, a meno di 50 km di distanza, aveva subito danni irreparabili per un analogo evento.

Dopo il 23 agosto per alcuni giorni la sicurezza sismica sembra essere al centro dell'interesse delle istituzioni; le trasmissioni televisive sull'argomento contribuiscono a dare spazio all'approfondimento del tema; in poche settimane tuttavia l'attenzione si affievolisce; i riflettori si riaccendono con gli eventi del 26 e 30 ottobre che fortunatamente non causano vittime ma la perdita di architetture e di beni culturali di inestimabile valore; chiese e palazzi storici ridotti in macerie.



Fig. 2 La Cattedrale di Norcia distrutta dal terremoto

Ancora una volta l'attenzione sulla vulnerabilità ai sismi del territorio dura poche settimane per riemergere il 18/01/2017 in un paese che scopre di essere a rischio valanghe.

La breve cronistoria di questi ultimi mesi ci dimostra come gli eventi sismici in Italia producano disastri e che questi disastri, senza una pronta e opportuna azione di prevenzione, non appartengono solo al passato ma purtroppo anche al futuro.

In un ampio quadro di diffusione della consapevolezza ai rischi sismici e delle tecniche per ridurre la vulnerabilità degli edifici è stata da alcuni anni orientata l'azione dell'Ordine degli Ingegneri.

Sulla scia delle attività svolte dal Consiglio dell'Ordine durante le presidenze di Luigi Bosco e di Carmelo Maria Grasso siamo stati impegnati nelle attività divulgative in tutto il territorio della provincia mediante attività seminariali, incontri istituzionali e proposte.

Dopo l'evento sismico del 23 agosto l'attività è stata intensificata allo scopo di uscire dall'ambito



Fig. 3 Il Centro Storico di Amatrice ridotto in macerie

prettamente tecnico per affermare il ruolo sociale degli ingegneri quali professionisti competenti e pronti ad essere attori protagonisti delle attività di prevenzione anche attraverso la informazione circa l'esposizione ai rischi sismici dell'edilizia nel nostro territorio e in modo particolare quella realizzata precedentemente al 23 novembre 1981, data in cui il territorio della provincia di Catania viene dichiarato sismico di 2° categoria.

L'impegno è stato e dovrà essere quello di fare comprendere che il comportamento al sisma di una costruzione è tecnicamente prevedibile e che è possibile individuare interventi che a diverse scale possono incrementare la capacità di risposta al terremoto di una struttura.

In un contesto come quello catanese in cui si stima che il 50% delle costruzioni è stato realizzato tra il 1950 e il 1980 significa mettere in atto un'azione che riguarda profondamente la realtà in cui viviamo e operiamo. Le norme attuali non prevedono l'obbligo per gli edifici residenziali di valutare la sicurezza strutturale, sebbene molti degli edifici sono residenziali; si tratta di una anomalia normativa che si sta cercando con un'azione sinergica con gli altri ordini professionali provinciali e con l'ANCE di rimuovere. L'obiettivo è proprio quello di raggiungere una consapevolezza collettiva del rischio sismico a cui sono soggette molte delle costruzioni esistenti, nell'ottica dell'avvio di un ampio programma di prevenzione.

Il convegno dello scorso 11 gennaio è stata un'occasione per mettere a fuoco e presentare ad un ampio contesto le tre linee di azione che l'Ordine ha messo in atto e che si intende seguire con un'azione pressante. La prima consiste in un'operazione di "verità", cioè nella diffusione dei dati, utilizzando ed attivando i canali mediatici, relativi alla esposizione al

sisma del patrimonio edilizio residenziale e di quello pubblico; dati dai quali risulta, ad esempio, che sono stimate in 125000 (fonte ISTAT) le abitazioni nella città di Catania costruite prima del 1981 e quindi con sistemi costruttivi non antisismici. La seconda un continuo avanzamento delle competenze degli ingegneri quale categoria deputata allo studio ed alla progettazione di interventi strutturali preventivi in grado di ridurre la vulnerabilità sismica della città esistente; nell'attuazione di questo ruolo di categoria protagonista nella prevenzione sismica, le innovazioni e le tecniche costruttive di intervento occorre diventino patrimonio comune dell'intera filiera edilizia (professioni, imprese, amministrazioni) ma anche degli utenti (amministratori di condominio, cittadini). La terza linea di azione consiste in un'attività di proposizione di norme tecniche a livello locale (strumenti attuativi di pianificazione), regionale (norme urbanistiche) e nazionale (finanziamento ed incentivi) in sintonia con gli altri ordini e collegi provinciali, con l'Università e con l'ANCE.



Fig. 4 Una slide del convegno dell'11 gennaio 2017

Le tre linee di azione sono tutte orientate a favorire l'avvio di un piano ventennale di prevenzione sismica – prevenire costa meno che ricostruire – sul costruito in cui gli ingegneri sono chiamati con responsabilità a svolgere un ruolo di attori protagonisti.

La prevenzione dal rischio sismico quindi come impegno prioritario di una categoria che nel nostro territorio mette in campo conoscenze e competenze e che svolge un importante ruolo sociale.

Santi Maria Cascone

Presidente Ordine Ingegneri provincia di Catania

La Redazione ritiene opportuno riportare la lettera aperta del collega Luigi Bosco, attuale Assessore ai Lavori Pubblici al Comune di Catania, indirizzata al Ministro delle Strutture e dei Trasporti On. Graziano Delrio.

Signor Ministro,

in questa prima fase di avvio del decreto legislativo 50 le amministrazioni comunali, trovandosi in prima linea a gestire il delicato passaggio fra vecchio e nuovo sistema, non possono non registrare alcuni elementi di criticità che rischiano di rallentare il necessario processo di sviluppo di cui il Paese ha bisogno.

E' vero infatti che – in relazione al concreto contenuto del decreto – si può concordare su alcune fondamentali linee di fondo, quali ad esempio: la riduzione del numero e la “qualificazione” professionale delle stazioni appaltanti, la suddivisione degli appalti in più lotti funzionali a sostegno del comparto delle piccole e medie imprese, l'adozione di un albo unico dei componenti delle commissioni giudicatrici, la ritrovata centralità del progetto, la digitalizzazione e l'accesso on-line alle procedure di gara. Un'attenzione e qualche rilievo critico ci pare tuttavia vadano fatti, in relazione all'immediata introduzione, quale criterio prevalente di aggiudicazione, dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

Ci si rende conto invero, che la prevalente adozione di tale sistema, risponde ad esigenze di moralizzazione del settore e di qualità delle prestazioni; va però posta attenzione al rischio che un eccesso di poteri discrezionali attribuito alle commissioni giudicanti - e concentrato nel momento più delicato ai fini dell'entità e rilevanza dell'interesse pubblico e di quello economico dell'impresa che è la scelta del contraente – in assenza di un quadro di tenuta complessivo, possa incidere sui rischi di distorsione e corruzione.

Proprio per questo, l'introduzione in via immediata e generale del criterio – in assenza dell'ingresso a regime dell'intero “sistema” mediante l'istituzione degli albi unici, della qualificazione delle stazioni appaltanti, del rating delle imprese, dell'emanazione e della messa appunto di tutti gli atti regolamentari, delle specificazioni sulla concreta portata prescrittiva o meno delle linee guida, etc - rischia di essere un salto nel vuoto (che può, in una

fase immediata e con effetti che si protrarrebbero per diversi anni, dar luogo a prassi inadeguate, interpretazioni scorrette e soprattutto procedimenti distorti che non sarà poi agevole correggere).

Ci appare perciò ragionevole ipotizzare – attraverso un processo di accompagnamento che passa tanto dai regolamenti e dalle indicazioni ministeriali e dell'ANAC quanto e soprattutto dal consolidamento e dall'adeguamento progressivo contenuto nei futuri decreti correttivi – un allentamento del principio di immediata applicazione del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa oggi vincolante, per tutti quei bandi che non fossero stati ancora pubblicati alla data di entrata in vigore della nuova normativa.

In sostanza, il cambiamento nascente dalla prevalenza del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, può adeguatamente affermarsi e consolidarsi solo all'interno e contemporaneamente al complessivo processo di crescita e consolidamento dell'intero sistema innovativo introdotto.

Le vie attraverso le quali ottenere questo progressivo processo di accompagnamento ed adeguamento, possono essere molteplici: dalla proroga del termine generale correlato all'intervenuta pubblicazione del bando, all'innalzamento temporaneo delle soglie di applicazione unica del criterio, alla limitazione dell'immediata applicazione del criterio in questione ai casi di semplice natura tecnica, etc (sistemi tutti che possono trovare come si diceva prima progressiva applicazione, mediante apposite disposizioni contenute in specifici atti normativi, o soprattutto nei decreti correttivi).

Restiamo a disposizione per ogni ulteriore confronto e collaborazione, in quel comune spirito per il quale siamo tutti impegnati a dare le migliori risposte alla crisi che sta attraversando il Paese.

Cordialmente.

Ing. Luigi Bosco

TERREMOTO NELLE MARCHE

Rispondendo alla richiesta dell'ANCI , il Sindaco Enzo Bianco ha autorizzato una missione di quindici giorni ad un gruppo di tecnici volontari dell'Amministrazione per prestare supporto tecnico alle operazioni successive all'evento sismico che ha colpito l'Italia centrale.

ARQUATA DEL TRONTO

di Salvatore Ferracane

Trascuriamo molto del nostro tempo dedicandolo al lavoro, alla nostra famiglia ai nostri bisogni. Nulla o quasi dedichiamo a chi ci circonda e forse avrebbe bisogno della nostra attenzione e del nostro aiuto. Eppure se ognuno di noi, secondo le proprie possibilità, il proprio tempo e le proprie competenze potesse ritagliare un piccolo spazio della propria vita per dedicarlo agli altri, anche semplicemente ascoltandoli, forse non dico che riusciremmo ad alleviare le sofferenze nel mondo ma sicuramente avremmo regalato un momento di conforto.

Spinto da questi sentimenti, ho accettato volentieri e senza esitazione la proposta della Amministrazione Comunale di Catania , Ente a cui appartengo da ormai oltre venticinque anni, di recarmi nelle zone dell'Italia centrale colpite dal sisma dell'Agosto scorso.

Con grande soddisfazione ho appreso che altri come me erano stati spinti dai miei stessi sentimenti e così si è formata una squadra costituita oltre che dal sottoscritto, dai geometri Salvatore Motta, Alfio Pittera, Filippo Maccarrone, dal p.i. Giuseppe Trovato e dal Sig. Bruno Scarfò. Alcuni di noi avevano già alle spalle l'esperienza del terremoto dell'Aquila, altri vi si accostavano per la prima volta.

La "spedizione" viene, dunque, organizzata dal comune di Catania rispondendo a una specifica richiesta dell'ANCI intesa a fornire per brevi periodi,

a rotazione fra tutti i comuni d'Italia, tecnici alle amministrazioni comunali locali che avrebbero dovuto fronteggiare una situazione di emergenza a dir poco drammatica per la sua entità.

La destinazione che ci viene assegnata è la regione Marche, esattamente il comune di Arquata del Tronto in provincia di Ascoli Piceno.

Arquata, purtroppo per quel che resta, è un ridente paesino situato fra due parchi nazionali: quello del Gran Sasso o Monti della Laga a sud ovest e quello dei Monti sibillini nella parte nord occidentale.



Fig. 1 Arquata del Tronto prima del terremoto.

La particolare posizione sulla valle del Tronto, la presenza di folti boschi, fanno sì che Arquata rappresenti, sebbene di piccole dimensioni, una meta importante per coloro i quali vogliano apprezzare le meraviglie naturali delle zone appenniniche.

Il paese di Arquata, prima del terremoto, contava 1146 abitanti , ma fanno parte del territorio del comune ben 12 frazioni sparse attorno ad esso e fin giù nel fondo valle del Tronto, che sono: Spelonga,

Colle, Faete, Trisungo, Borgo, Piedilana, Pretare, Capodacqua, Tufo, Verzana, Camartina, Pescara del Tronto.

Il nostro arrivo, avvenuto il 12 Settembre, coincideva con l'inizio della seconda fase dell'emergenza quella in cui, visto l'approssimarsi dell'inverno, occorreva innanzitutto destinare la popolazione a sistemazioni più consone rispetto alle tende non prima però di aver valutato l'entità dei danni delle singole abitazioni al fine di emettere l'ordinanza di sgombero o meno.

Il destino degli abitanti era dunque legato all'esito di tali operazioni e bisognava fare in fretta.

Sui luoghi, già la prima mattina ho avuto modo di accorgermi che, oltre me e la mia squadra, tanti altri tecnici venuti d'ogni parte d'Italia erano animati dai nostri stessi sentimenti.

Un via vai continuo, un correre da un posto all'altro, ognuno aveva qualcosa da fare e di da fare ce n'era tanto. Non solo tecnici ma vigili urbani, addetti alla pulizia, contabili, addetti alle mense, medici, infermieri tutti collaboravano per cercare di riportare in una condizione di quasi normalità il comune di Arquata o almeno questo era il tentativo...

All'ingresso del paese, su un pianoro, era stata allestita una grande tendopoli che accoglieva la popolazione rimasta illesa quella notte.

Attraverso le istanze presentate dai singoli richiedenti, sia essi proprietari, affittuari o con qualunque altro titolo, si doveva fare in modo che dette unità venissero individuate e raggiunte dalle squadre dei verificatori in tempi più brevi possibile. Attraverso le coordinate catastali (foglio e particelle) dichiarate, la costruzione veniva georeferenziata su apposito programma (QGIS).

In questo programma erano state caricate sia i fogli di mappa catastali che una aerofotogrammetria effettuata dopo il sisma attraverso i voli dei droni, proprio per individuare ogni unità, anche quella che non risultasse catastata o non presente per qualunque altro motivo. Finito l'inserimento si stampava la planimetria dell'unità esaminata e si allegava alla scheda di valutazione per essere consegnata alle squadre per una prima valutazione del danno.

Il lavoro era fondamentale al fine di permettere alle squadre destinate di raggiungere le singole abitazioni sparse in un territorio molto vasto e spesso raggiungibile con difficoltà trattandosi di piccole frazioni (qualcuna con meno di cento abitanti nel periodo

invernale) in molte delle quali non esiste il nome delle vie se non quello della strada più importante (per esempio via salaria).

Di indirizzi per gli abitanti e penso anche per i postini, non ve ne è bisogno perché " *la casa del Sig. Rossi si trova dopo la casa di Gino girato l'angolo dopo la casa di Giovanna* " tanto basta per far comprendere quanto difficoltoso sarebbe stato per le squadre addette ai sopralluoghi individuare l'edificio segnalato.



Fig. 2 Al lavoro presso la postazione del CCR Marche nel campo di Pescara del Tronto

La nostra base era il campo di Pescara del Tronto, frazione di Arquata, distrutta completamente dal terremoto. In questa base situata in un ampio pianoro trovava collocazione il CCR Regione Marche che era composto oltre che dal campo tendopoli anche da diversi containers adibiti ad "uffici" tutti dotati di p.c. e relativo software. L'assistenza e le prime istruzioni sull'uso del programma ci sono state fornite dai tecnici della Regione Piemonte che hanno messo a disposizione questo importante strumento.

In poco tempo il CCR, in cui erano presenti anche uffici della Prefettura di Ascoli, dei VV.FF., delle varie Forze dell'ordine, della Regione Marche rappresentata in quasi tutti i settori, ha assunto i connotati di un centro operativo fondamentale per il coordinamento delle operazioni in tutta l'area assegnata.

I miei colleghi e io abbiamo lavorato con instancabile impegno per quindici giorni e siamo riusciti a completare oltre 600 schede. Delle costruzioni segnalateci almeno il 40% risultavano seconde case adibite a villeggiatura. Erano le case dei nonni o dei genitori di figli che hanno trovato lavoro e vivono a Roma, a Milano o in altre parti d'Italia.

Ciò spiega l'alto numero di vittime e purtroppo di bambini in vacanza dai nonni.



Fig. 3 Arquata del Tronto dopo la prima scossa del 24 Agosto

Le costruzioni crollate o gravemente danneggiate erano tutte o quasi in muratura costituita da pietrame più o meno regolare e malta. Il materiale usato si capiva essere quello della vallata del fiume Tronto.

I tetti erano stati quasi tutti ristrutturati, ma non per motivi antisismici sicuramente per evitare le infiltrazioni d'acqua. La struttura del tetto era in cemento armato poggiante con cordolo in c.a. sulla sottostante muratura dove non era stato effettuato nessun consolidamento, determinando in tal modo solo un aumento del peso della struttura rivelatosi poi fatale durante l'evento sismico. Palese, da una vista globale era inoltre l'assenza di nessun rinforzo della muratura d'angolo.

Poche le costruzioni in c.a. crollate, ma alcune scuole, di cui si dice essere state ristrutturate dopo il sisma dell'Aquila (che ha interessato marginalmente queste zone) hanno subito gravi danni e non risultano agibili. Diversi gli edifici adibiti ad attività produttive, per lo più aziende agricole-alimentari, mentre quelli adibiti a servizi commerciali non esistevano più né in paese né nelle frazioni.

Ci ha colpito la tenacia del gestore di un bar che, non avendo avuto gravi danni e risultando agibile il proprio esercizio, ha ripreso l'attività, confortando noi e tutti gli altri con un buon caffè da bar.

Ricordo, e questo ricordo resterà sempre vivo in me,

la compostezza con la quale la popolazione ha affrontato la situazione di emergenza, non rassegnazione, ma compostezza, sebbene in quella terribile notte, in pochissimi minuti avessero perso tutto.

Nello stesso momento in cui sto riportando questo succinto racconto dell'esperienza vissuta giunge la notizia di una nuova scossa di magnitudo 6,5 che rappresenta la più intensa dopo quella del terremoto del 1980. L'epicentro è tra Norcia, Castelsantangelo sul Nera e Preci.

Richiamiamo il tecnico comunale di Arquata che ci riferisce come praticamente il paese non esiste più; è crollato anche ciò che era rimasto in piedi dopo l'ultimo terremoto.

Ci riferisce che il lavoro svolto da noi e dagli altri tecnici è praticamente andato in fumo, nel senso che deve rivedersi tutta la situazione degli edifici e accertarsi che le ordinanze emesse dopo il sisma del 24 - 26 ottobre abbiano o meno ancora validità.

Fortunamente apprendiamo che non ci sono danni alle persone.

Ci guardiamo in faccia come a dire, partiamo? Ma la nostra condizione di dipendenti non ce lo permette restiamo aggrappati ai nostri computer per carpire fino all'ultima notizia, siamo col fiato sospeso e con la mente verso i nostri amici marchigiani.

LO SVILUPPO DEL TERRITORIO E LA BANDA LARGA: TECNICHE DI SCAVO E POSA DELLA FIBRA OTTICA

di Alfredo Maria Cavallaro

Introduzione

Nel settore delle telecomunicazioni, lo sviluppo delle reti a “larga banda” ha creato forti aspettative da parte dei cittadini, delle imprese e delle Amministrazioni pubbliche. In particolare i cittadini intravedono la possibilità di usufruire di servizi innovativi che facilitino loro la vita, quali ad esempio effettuare acquisti e operazioni bancarie on-line, prenotare visite, richiedere certificati tramite portale informatico, accedere ad Internet per semplici consultazioni, con forti benefici in termini di minori oneri di spostamento, di traffico, di file agli sportelli e di perdita di tempo.

Per le imprese la disponibilità di servizi di comunicazione, vuol dire aumentare significativamente la potenzialità di crescita avvalendosi di servizi quali transazioni, compra-vendite, pubblicità, partecipazione a bandi di gara nazionali e internazionali, e soprattutto abbattimento di ogni “barriera” territoriale.

Per il settore pubblico, infine, vuol dire snellire significativamente la propria burocrazia interna, ridurre i costi di gestione, rendere più efficienti e accessibili le strutture rivolte al pubblico anche attraverso lo sviluppo di strumenti dedicati.

Lo sviluppo e l'accesso diffuso ai servizi digitali ad alta velocità e considerato oramai una condizione indispensabile per la crescita culturale ed economica del territorio, per incrementare la capacità di attrarre investimenti ed insediamenti di realtà industriali e commerciali sempre più competitive. Gli studi nazionali ed internazionali sono concordi nell'individuare una diretta relazione tra lo sviluppo dei servizi ICT e la crescita del PIL di un territorio.

Riconversione, efficienza, integrazione e accesso dinamico e veloce all'informazione costituiscono gli ingredienti di base per la realizzazione di una vera e propria “Smart City”.

La disponibilità di quanto indicato in precedenza può essere garantita se e soltanto se nel nostro paese viene attivato un piano condiviso integrato di creazione di infrastrutture a banda ultra larga, in grado di consentire accessi veloci, sicuri, ubiqui e con diverse tipologie di terminali in uso.

Obiettivi europei e nazionali

La diffusione delle infrastrutture e dei servizi di telecomunicazione (ITC), ai fini dell'implementazione di una società basata sulla conoscenza, costituisce uno degli obiettivi prioritari dell'UE. In tale contesto il miglioramento della connettività a Internet e alle reti di telecomunicazioni in genere rappresenta uno dei passi più importanti per favorire una rapida ripresa economica. Tenendo conto di tali esigenze, all'interno delle misure che dovranno servire da stimolo all'economia e nell'ambito del Piano di ripresa economica proposto dalla Commissione, sono stati fissati una serie di obiettivi per lo sviluppo della connettività attraverso l'uso della banda larga e ultra larga. In tale ottica, per garantire a tutti i cittadini entro il 2020 il 100% di copertura internet ad alta velocità, la Commissione europea ha, ad esempio, messo in campo importanti risorse economiche per sostenere la connessione internet anche nelle aree rurali. Inoltre, nell'Agenda Digitale Europea, la Commissione – tra le altre cose – invita gli Stati membri a introdurre piani operativi per la promozione di reti veloci ed ultraveloci attraverso concrete misure di attuazione e un migliore utilizzo dei fondi comunitari. In considerazione di tale invito il governo italiano ha da tempo avviato una intesa con i principali operatori di telecomunicazioni con l'obiettivo di realizzare un'infrastruttura passiva, neutrale, aperta, economica e a prova di futuro per lo sviluppo efficiente delle reti di nuova generazione.

Per effetto delle strategie e degli indirizzi dell'Unione Europea, negli ultimi tempi si è incominciato a discutere in maniera sempre più concreta e consapevole sulla possibilità di procedere con l'avvio dell'implementazione di reti di nuova generazione che sfruttano le fibre ottiche anche per le reti d'accesso, in quanto si ritiene che relativamente a queste ultime, siano oramai maturi i tempi per effettuare tale svolta epocale nel mondo delle telecomunicazioni. La grande rivoluzione del terzo millennio e quella della larghissima banda che consentirà a tutti da casa o dagli uffici di comunicare con la rete o con altri

terminali a velocità dell'ordine di grandezza dei 100 Mbit/s aprendo il mondo della comunicazione delle immagini ad alta definizione, del trasferimento ed elaborazione in real time di grandissime moli di informazioni.

Le reti che consentono di comunicare a queste velocità sono le reti Next Generation Access Network (NGAN) basate su tecnologia di accesso fisso realizzate tramite l'uso sistematico della fibra ottica per tutti gli utenti (soluzione Fiber to the Home- FTTH).

Un'infrastruttura capillare di accesso a banda ultra larga avrà quindi un impatto molto rilevante sull'economia delle singole regioni perchè, oltre all'effetto sulla produttività, va considerato l'impatto sull'occupazione locale in quanto circa il 40% degli investimenti sarà in mano d'opera realizzabile in larga misura da imprese o maestranze residenti.

Rappresentando il futuro delle telecomunicazioni, le reti NGAN portano con se anche indubbi vantaggi socio economici i quali, oltre ad avere un impatto diretto anche sui moltiplicatori economici puri, hanno la possibilità di ottenere un ulteriore valore aggiunto nei territori nei quali si ha la possibilità di anticipare i tempi per implementazione di tali reti, vantaggi i quali avranno un'ulteriore possibilità di essere incrementati nei casi in cui tali territori presentano di per se stessi deficit colmabili per mezzo di tale tipo di infrastrutturazione. Riguardo a tali vantaggi, per brevità espositiva si possono annoverare per esempio:

- la riqualificazione dei territori che avranno ampie potenzialità di crescita in un settore in forte espansione. Per esempio, le aree produttive potranno avere una maggiore competitività per i settori usuali ed al contempo permettere insediamenti di aziende che si occupano di innovazione tecnologica, soprattutto in un contesto internazionale in cui vi è una forte tendenza a "virtualizzare" le apparecchiature tecnologiche e quindi a favorire l'aspetto trasmissivo rispetto a quello del territorio in cui le apparecchiature sono presenti;
- un forte contenimento dello spopolamento di alcune zone dei territori, sia per effetto della possibilità di avere nuove opportunità, ma anche per la possibilità di ottenere minori disagi nella fruizione di alcuni servizi essenziali (servizi pubblici generici, scuola, sanità, etc.);
- possibilità di divenire poli attrattivi di investimenti

pubblici e privati soprattutto nei casi in cui si riesce ad avere la giusta anticipazione nella possibilità di godere di servizi pubblici e privati con un maggiore grado di innovazione, efficienza e soprattutto di esclusività (TV ad alta definizione, telepresenza, videoconferenza, contenuti digitali ad alte prestazioni per la scuola, le professioni, etc.) e per tale verso di ottenere potenzialità maggiori rispetto ad altri territori in termini di conoscenza, istruzione, cultura etc.;

- possibilità di ottenere una maggiore efficienza (dunque riduzione) dei costi per le imprese e per la pubblica amministrazione e permettere nel contempo minore spesa pubblica con liberazione di risorse da reinvestire nello sviluppo e maggiore competizione sui mercati internazionali e nuovi investimenti per prodotti e servizi innovativi;
- abilitare la crescita (dunque l'incremento del volume di affari) con nuovi modelli di marketing (personalizzato sulle comunità di interessi), con nuovi canali commerciali (basati sulla multicanalità e sull'e-commerce), con nuovi modelli produttivi particolarmente importanti per il nostro "Made in Italy" che fanno perno sulle reti di impresa;
- contribuire al perseguimento della sostenibilità nel rispetto dell'ambiente e nell'inclusione dei cittadini e nella creazione di nuova occupazione qualificata; contribuire a diffondere i principali e più moderni servizi digitali nella pubblica amministrazione e nelle imprese, diffondere completamente la Posta Elettronica Certificata, la Firma Elettronica, il Documento Digitale e la Conservazione Digitale Sostitutiva, la Fatturazione Elettronica. Si stima che, grazie alla dematerializzazione completa delle pratiche burocratiche, le Pubbliche Amministrazioni saranno in grado di ottenere, a livello nazionale, ingenti risparmi stimati annui. Se a ciò si aggiungesse la digitalizzazione completa di tutti i processi di acquisto di beni e servizi attraverso le piattaforme di e-procurement pubblico si stima che i risparmi cumulati sarebbero di gran lunga più ingenti.
- attuare in maniera effettivamente performante il servizio Scuola Digitale.
- diffondere il modello di Sanità Digitale..

Dunque, dopo aver riportato motivazioni ed indicazioni provenienti dalle direttive dell'Unione Europea si può lecitamente affermare che la realizzazione di infrastrutture a banda ultra larga rappresen-

ta una condizione abilitante e mandatoria allo stesso tempo non più procrastinabile. Quindi gli obiettivi per il 2020, saranno:

- Il 100% dei cittadini devono avere una capacità di accesso alla rete di almeno 30MBit/s, poi successivamente portato a 50MBit/s
- Il 50% dei cittadini devono dotarsi di capacità di accesso di almeno 100 MBit/s.

I dati appena riportati valgono anche per le piccole società di impresa e gli studi di Ingegneria.

- Il 100% delle Unità industriali (Medie e Larghe imprese) devono dotarsi di una capacità di accesso di almeno 100MBit/s.

Evidentemente le tecnologie disponibili ed utilizzabili sono molteplici, dalla fibra ottica, alle reti cellulari di nuova generazione (4G, 4G +, in alcuni casi, se disponibile il 5G), le reti satellitari, le reti elettriche Power Line Communication. Tutte queste tecnologie, se utilizzate in forma integrata in funzione della disponibilità delle stesse e delle caratteristiche logistiche e territoriali dell'ambiente costituiscono l'infrastruttura di riferimento, il veicolo di base per le comunicazioni universali e per un accesso veloce e condiviso a quella ricchezza che indirizza gran parte delle nostre azioni quotidiane: l'informazione.

Nello sviluppo delle infrastrutture a banda ultra larga sono state individuate quattro tipologie di aree di intervento, che fanno sostanzialmente riferimento alle caratteristiche del territorio da servire e al grado di facilità di accesso allo stesso. Le aree A e B sono considerate "a ritorno di mercato" dove sostanzialmente la capacità di spesa per l'accesso è notevole e, dunque, per l'operatore che decide di investire, esiste sostanzialmente un ritorno economico adeguato sull'investimento effettuato.

In queste aree sia Telecom Italia insieme a Fastweb, attraverso il nuovo soggetto Flash Fiber che Enel Open Fiber, soggetto nato dalla fusione di Enel e Metroweb, hanno definito piani di sviluppo per portare l'infrastruttura a banda ultra larga verso le case dell'utenza. Nel panorama nazionale, la grande novità è la presenza di EOF che offrirà ai provider che affitteranno la rete, la possibilità di offrire alle persone connettività sino a 1 Gbps in modalità Fiber to the Home (FTTH). La società, infatti, non diventerà un operatore ma semplicemente si occuperà di realizzare la rete e di effettuare la manutenzione. Enel Open Fiber, ha già stretto accordi con alcuni

provider, quali ad esempio Wind, Vodafone, ecc che utilizzeranno la rete per offrire servizi a banda ultra larga ai cittadini raggiunti dalla rete.

Esistono poi le aree C e D, aree cosiddette "a fallimento di mercato", dove, a causa delle caratteristiche del territorio o della tipologia della popolazione in oggetto, non esistono le condizioni oggettive per effettuare degli investimenti redditizi. Per ottemperare ai requisiti del programma Horizon 2020, in questi casi le Istituzioni del nostro paese hanno deciso di intervenire, in particolare il Ministero dello Sviluppo Economico attraverso la sua società controllata in house Infratel Italia, mettendo a disposizione dei fondi, in parte interni, in parte regionali, in parte provenienti dall'Unione Europea, per facilitare gli interventi infrastrutturali, coprendo così il territorio rimanente ed offrire all'utenza più problematica una capacità di accesso adeguata.

Quindi l'interoperabilità fra le infrastrutture da realizzare nelle aree a ritorno di mercato e quelle a fallimento di mercato attraverso il piano governativo ad-hoc, rappresenta la soluzione al pieno soddisfacimento dei requisiti indicati dall'Unione Europea.

Innovazione per la realizzazione delle reti

L'impiego di tecniche di posa alternative a quelle tradizionali che, rispetto a queste, risultano molto più economiche e veloci, incentiva le imprese di telecomunicazioni ad investire.

E' utile evidenziare che il forte abbattimento nei costi di realizzazione delle infrastrutture non va letto solo come "risparmio per gli Operatori", ma anche come "opportunità e vantaggio" per la collettività. Ad esempio a parità di investimenti, gli Operatori potrebbero sviluppare in maniera geograficamente più ampia la propria rete.

Scavi ed infrastrutture (canalizzazioni) per la posa dei cavi telefonici vengono solitamente realizzati in ambito urbano sulla sede stradale (sui bordi laterali, sulla banchina, o, in alcuni casi, direttamente sul marciapiede). Le operazioni si svolgono realizzando lo scavo a cielo aperto, posando la canalizzazione ricoprendo lo scavo stesso con terra e successivamente ripristinando l'asfalto o l'originale copertura tolta durante lo scavo. Del resto la presenza di un cantiere o comunque di un ingombro della sede stradale, del marciapiede o della banchina provoca un notevole disagio, sia per i pedoni sia per i veicoli in transito,

direttamente proporzionale all'estensione del cantiere ed alla durata di tali lavori di scavo. Pertanto, minimizzare le dimensioni del cantiere e velocizzarne al massimo l'esecuzione è un obiettivo importante.

L'ottimizzazione del cantieri può essere perseguita applicando diverse tecniche. Per tecniche di posa innovative ci si riferisce in particolare alle cosiddette tecniche "no-dig" o "trenchless technology", letteralmente "senza scavo", che rispetto a quelle tradizionali, risultano veloci, economiche e molto meno invasive. Non sono tecniche nuovissime, anche se in Italia se ne è sempre fatto scarso ricorso. Gli Operatori hanno cominciato a guardarle con interesse solo negli ultimi anni, apprezzandone anche la caratteristica di essere a "basso impatto ambientale". Queste tecniche, infatti, essendo per definizione "senza scavo", comportano una minima movimentazione di materiali e di macchinari e richiedono aree di cantiere di dimensioni ridotte, incidendo quindi positivamente anche sulla sicurezza dei cantieri.

Inoltre, intervenendo in maniera limitata sul manto stradale, se ne riduce danneggiamento, abbattendone così i costi di manutenzione.

Le tecniche no-dig quali le perforazioni orizzontali, la minitrinca ecc. riducono significativamente i seguenti aspetti:

- minore movimentazione di materiale (sfruttamento di cave, conferimento in discarica);
- minore traffico di mezzi pesanti;
- minore tempo e spazio di occupazione del suolo pubblico;
- minore effrazione del manto stradale, quindi limitato deterioramento dello stesso;
- minore impatto sulla viabilità veicolare pedonale e sulle attività commerciali;
- maggiore sicurezza per il cittadino, grazie all'eliminazione del pericoli legati agli scavi a cielo aperto;
- maggiore sicurezza per la manodopera impiegata.

Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Per la realizzazione della NGAN sono possibili diverse modalità tecniche tutte basate sull'utilizzo, più o meno esteso, della fibra ottica nella rete di accesso. Le architetture di accesso fisso, si differenziano tra loro essenzialmente in base:

- alla modalità di connessione: Punto-Punto o punto-multipunto;

- alla tecnologia utilizzata: Ethernet o GPON – Gigabit-capable Passive Optical Network;

- al punto di terminazione della fibra lato cliente: in un cabinet stradale, presso o dentro un edificio, in casa del cliente.

La soluzione GPON è una soluzione nata per ottimizzare l'uso delle infrastrutture, ridurre gli scavi, gli ingombri e i consumi elettrici. In generale i sistemi GPON sono costituiti:

- da un apparato attivo che svolge funzioni di terminazione di linea, detto OLT (Optical Line Termination), posto in Centrale;
- collegato alle terminazioni di rete lato cliente, dette ONU/ONT (Optical Network Unit/ Optical Network Termination);
- tramite una rete di distribuzione ottica (ODN - Optical Distribution Network) (Figura 1).

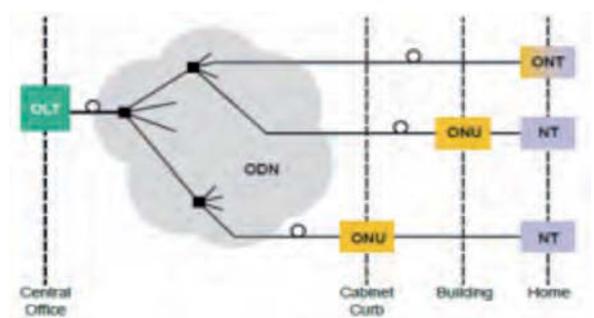


Figura 1 - Struttura generale di una rete GPON

La ODN è completamente passiva, ossia non richiede punti alimentati elettricamente, ed è costituita dalla fibra ottica e dai diramatori ottici passivi (splitter), dispositivi che consentono di ripartire un segnale in ingresso su n uscite e viceversa. La porzione di ODN servita da un'interfaccia della OLT posta in Centrale viene definita albero GPON.

Con le soluzioni attuali ogni albero GPON può servire al massimo 128 ONU/ONT, ossia con un'unica interfaccia GPON in Centrale si possono connettere fino a 128 clienti; in questo caso si parla di architettura GPON con fattore di splitting 1:128. Più è alto il fattore di splitting più la banda disponibile per albero GPON viene condivisa tra più clienti;

Dato che i sistemi GPON sono di tipo punto-multipunto, l'accesso al mezzo condiviso viene effettuato utilizzando la tecnica TDM/TDMA. Per minimizzare l'uso della fibra ottica, le soluzioni GPON sfruttano la condivisione di un singolo portante per entrambi i versi di trasmissione, utilizzando le due "finestre" di trasmissione ottica a 1260-1360 nanometri nella

direzione Upstream (dal Cliente alla Centrale) e 1480-1500 nm nella direzione Downstream (dalla Centrale al Cliente).

La condivisione della fibra tra più ONU/ONT resa possibile dai sistemi GPON consente la riduzione dei costi e delle problematiche di deployment tipiche dei sistemi Punto-Punto.

I sistemi GPON hanno velocità di linea pari a 2.488 Gbit/s in downstream e 1.244 Gbit/s in upstream per albero PON. Il traffico downstream trasmesso dalla OLT è sia di tipo Broadcast (destinato a tutte le ONU/ONT connesse alla GPON, ad esempio un canale video diffusivo), sia di tipo Unicast (destinato ad una specifica ONU/ONT).

Grazie alle funzionalità fin qui descritte, i sistemi GPON permettono di offrire sia servizi simmetrici, sia asimmetrici e consentono di distribuire in maniera dinamica e flessibile le risorse di banda fra i vari servizi e tra i diversi clienti attestati al medesimo albero GPON, senza restrizioni particolari e fino al raggiungimento della capacità complessiva del sistema. Quindi i sistemi GPON consentono di offrire al cliente sia istantaneamente l'intera capacità disponibile (per esempio 1 Gbit/s simmetrico), sia quote di banda minime garantite (anche superiori ai 100 Mbit/s).

La massima distanza consentita tra ONU/ONT e OLT è di 20 km. Tale distanza diminuisce al crescere del fattore di splitting utilizzato per lo sviluppo della rete e anche del numero di giunti e connettori utilizzati nella costruzione della ODN.

Come già detto, ogni fibra ottica, attestata nella Centrale locale e corrispondente ad un albero PON, può servire 128 unità immobiliari nell'ipotesi di architettura FTTH. Tuttavia, nella pratica occorre considerare un fisiologico fattore di riempimento dovuto alla modularità degli splitter ottici e alla distribuzione delle unità immobiliari negli edifici. Ne consegue che, ad esempio, con un fattore di splitting 1:128 ogni albero PON serve in media 90 unità immobiliari, mentre nel caso di fattore di splitting 1:64 si servono in media 50 clienti.

Ogni fibra ottica, relativa a ciascun albero PON, viene collegata in Centrale ad un apparato passivo di attestazione delle fibre (ODF - Optical Distribution Frame) e attraverso questo alla OLT, ossia all'apparato attivo presente in Centrale. Lo Standard di riferimento per i sistemi GPON, ampiamente consolidato, è la famiglia di Raccomandazioni ITU-T G.984.x.

Scelta delle soluzioni

Capex, Opex e aspetti operativi solo fattori chiave per la scelta della soluzione su cui basare la costruzione della NGAN, per questo motivo, a valle di approfondite analisi tecniche ed economiche, i gestori hanno scelto le seguenti architetture basate sulla tecnologia GPON:

- FTTH (Fiber To The Home), basata su tecnologia GPON, per la clientela residenziale, SOHO e SME;
- FTTB (Fiber To The Building), basata su tecnologia GPON/VDSL2, come alternativa all'FTTH, laddove quest'ultima fosse di difficile applicabilità;
- FTTC (Fiber To The Cabinet) basata su tecnologia GPON/VDSL2, nei casi di reti metropolitane più periferiche caratterizzate da minore presenza di infrastrutture preesistenti e da una dispersione abitativa più marcata rispetto ai tipici condomini delle aree metropolitane.

Le caratteristiche comuni alle architetture di accesso FTTx sono la condivisione della stessa rete fisica di accesso in fibra ottica (ODN) che parte dall'apparato per l'attestazione delle fibre (T-ODF), presente nella sede di Centrale, e si dispiega fino agli edifici (salvo nel caso FTTC), dove si individua un punto di terminazione ottica. Sebbene le architetture FTTx possano condividere la stessa rete fisica di accesso in fibra ottica, il disegno della ODN e il dimensionamento degli splitter ottici passivi sono in generale totalmente differenti nel caso di architettura completamente FTTH o completamente FTTB.

Le tre architetture FTTx da un punto di vista architettonico, si differenziano per la tratta in fibra ottica, l'eventuale utilizzo del doppino in rame e conseguentemente l'invasività lato cliente:

- FTTH (Fiber To The Home) - La fibra ottica viene installata fino all'interno della casa del cliente. La ODN è estesa fino al cliente mediante l'installazione di un piccolo armadio (ROE/PTE), che non necessita di alimentazione elettrica. Il ROE/PTE è tipicamente installato nei locali alla base dell'edificio; dal ROE/PTE si dipartono fibre (cavo ottico verticale) dedicate ai clienti dell'edificio e, in alcuni casi, anche di edifici limitrofi. Dal pianerottolo è poi necessario collegare il cavo ottico verticale con una tratta di fibra ottica, che arrivi fino all'appartamento del cliente (sbraccio orizzontale) per poi essere terminata in una borchia ottica o ibrida (ottica + rame) passiva.

- FTTB (Fiber To The Building) - La ODN è termina-

ta in un Cabinet (ONU) che necessita di alimentazione elettrica, posto solitamente alla base dell'edificio. La ONU è dimensionata per servire tutti i clienti dell'edificio. Il cliente è collegato alla ONU mediante il doppino in rame esistente, in tecnologia VDSL2. La soluzione è meno invasiva della precedente per il cliente, in quanto non richiede il cablaggio del verticale di edificio e la posa di una borchia passiva in casa. D'altra parte offre prestazioni in termini di bit rate minori e, come detto, richiede l'installazione di un apparato alimentato alla base dell'edificio.

- FTTC (Fiber to the Cabinet) overlay. La ODN è terminata in un Cabinet che necessita di alimentazione elettrica, posto sulla sommità dell'attuale armadio riparti linea della rete in rame. Con questa soluzione il cliente è collegato al Cabinet mediante il doppino in rame esistente (rete secondaria) in tecnologia VDSL2. Questa soluzione è la meno invasiva per il singolo cliente e per la collettività, in quanto non richiede il cablaggio del verticale di edificio e la posa della rete secondaria. D'altra parte offre prestazioni, in termini di bit rate, decisamente minori di quelle raggiungibili in FTTH e non può servire tutti i clienti dell'Area armadio, ma solo una parte di essi.

Tecnologie di posa e scavo utilizzate per la NGAN

Nello sviluppo della NGAN, laddove non siano presenti tubazioni preesistenti, sarà necessario provvedere alla realizzazione di nuove infrastrutture. Le tecniche di scavo tradizionale sono molto costose e presentano problemi nell'ottenimento dei permessi da parte degli enti comunali. D'altra parte, come abbiamo visto, la scelta della GPON riduce notevolmente la necessità di fibre e quindi, compatibilmente con le condizioni installative e con i regolamenti locali (es. profondità dello scavo), è possibile fare uso di tecniche di posa più snelle (mini-trincea, no-dig leggero, ecc.) caratterizzate da un basso impatto ambientale e un notevole contenimento dei costi.

Indagini Conoscitive: sistemi Georadar (Ground Penetrating Radar, GPR)

Questi sistemi consentono di rivelare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti presenti nel sottosuolo, fino ad una profondità di diversi metri, utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche a particolari frequenze. Il sistema è costituito da un'unità di

controllo e di acquisizione dei dati e da una o più antenne e permette di acquisire, elaborare, interpretare dati e di restituire elaborati grafici (cartacei o elettronici) bi/tri dimensionali in pianta o in sezione. A seconda del numero di antenne e della frequenza utilizzata per l'introspezione, la tecnica permette di rilevare, più o meno accuratamente, la posizione e la dimensione degli oggetti presenti nel sottosuolo.

L'uso della tecnologia è propedeutico all'impiego delle tecniche di posa no-dig, ed è utile per la progettazione di reti tecnologiche, permettendo di effettuare analisi dei profili stratigrafici, indagini archeologiche e ambientali. Il suo impiego è però condizionato principalmente dalle caratteristiche geologiche del terreno (la presenza di acqua, infatti, attenua la capacità di penetrazione dell'onda elettromagnetica) e dal tipo di oggetti presenti nel sottosuolo (per esempio la presenza di maglie metalliche).



Figura 2 - Rilevamento degli impianti nel sottosuolo con la tecnica del Georadar

La minitrincea

La "minitrincea" viene eseguita utilizzando idonee frese/scavacanalanti a disco montate su opportune macchine operatrici di piccole dimensioni. Il taglio dello scavo risulta netto in superficie, evitando in modo assoluto di lesionare la pavimentazione limitrofa alla sezione di scavo.

Non sono consentiti bruschi cambi di direzione dei percorsi, ove questi siano richiesti dovranno effettuarsi tramite tagli angolati, tali da consentire il rispetto del minimo raggio di curvature dei minitubetti e/o dei monotubi di raccordo.

La tecnica della minitrincea è applicabile, su tracciati che contemplino generalmente superfici asfaltate e/o in calcestruzzo, quali strade e marciapiedi aventi un sottofondo di materiale compatto.

L'utilizzo di tale tecnica non è invece consigliabile nei percorsi dove sono presenti strade sterrate, ad eccezione di eventuali brevi attraversamenti stradali

(purché comunque con sottofondo di tipo compatto), che potranno essere realizzati con la stessa tecnica di scavo, utilizzando per il riempimento materiale omogeneo a quello circostante. Tale tecnica non è altresì consigliabile dove sono presenti sottofondi con trovanti di medie dimensioni (aventi un lato > 15 cm) o ghiaiosi o in terreni sciolti quali sabbie, limi, argille o similari.

L'infrastruttura di posa è idonea a contenere monotubi di diametro 50 e/o 40 mm., che possono essere sotto armati con microtubi, consentendo così di poter disporre di un'infrastruttura in grado di ospitare un maggior numero di cavi in fibra ottica.

La "minitrincea" inoltre deve essere normalmente realizzata effettuando contemporaneamente il disfacimento della pavimentazione e uno scavo avente sezione di larghezza minima tra 5 e 15 cm a profondità compresa tra 30 e 40 cm. Per l'utilizzo di tale tecnica si raccomanda una profondità minima di scavo di 30 cm (Figura 3).

La determinazione della corretta sede di posa viene valutata in base alla presenza dei sottoservizi ed alla loro posizione, che, oltre

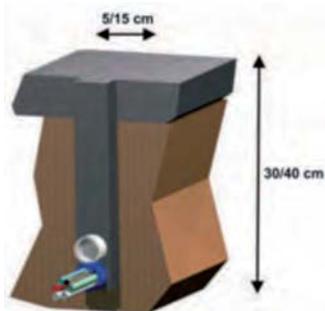


Figura 3 - Sezione Scavo delle "Minitrincee"

ad essere rilevati tramite indagini georadar, realizzate fino ad una profondità di 1,5 m e oltre all'impiego di eventuali cerca servizi, vengono individuati anche con le documentazioni cartografiche disponibili presso gli Enti proprietari della strada o dei Servizi. Durante la fase di realizzazione della minitrincea è necessario garantire l'accurata pulizia a secco dello scavo e la contemporanea rimozione dei materiali di risulta.

Tali operazioni vengono eseguite con opportuni metodi di abbattimento delle polveri, al fine di mantenere la pulizia del cantiere e di contenere il disagio della cittadinanza e l'inquinamento ambientale.

Al termine di questa attività la sezione di scavo deve risultare svuotata e il fondo privo di sassi sporgenti; la trincea stessa e le zone immediatamente circostanti devono essere totalmente ripulite dal materiale di risulta, che potrebbe ridurre le caratteristiche meccaniche del materiale di riempimento.

La pulizia del solco può avvenire anche contestualmente alla fase di realizzazione della minitrincea, utilizzando solitamente macchine aspiratrici opportunamente collegate alla fresa tramite tubo snodato.

Predisposto lo scavo si procede, eseguendo la posa delle strutture di minitubi e/o dei monotubi per poi passare al riempimento dello scavo.

Il riempimento della trincea viene effettuato mediante colatura, entro la sede predisposta, di malta rapida, di consistenza fluida, a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati e speciali additivi. Il materiale deve presentare caratteristiche di presa tali da permettere il rilascio di una sede stradale carrabile e idonea all'utilizzo in tempi brevissimi (entro 2-4 ore della posa). Nella fase sperimentale un materiale idoneo è stato individuato nel "Trench-Fill". Il riempimento garantisce le seguenti prestazioni di qualità:

- stabilità dimensionale in servizio senza registrare
- alcun cedimento;
- completo riempimento dello scavo;
- tempi di presa e uno sviluppo delle resistenze meccaniche tali da permettere la riapertura delle sedi stradali dopo 2-4 ore
- assenza di crepe e/o fessurazioni;
- impermeabilità all'acqua;
- elevata resistenza all'abrasione;
- elevata fluidità a scorrevolezza senza l'ausilio di alcuna compattazione manuale o meccanica.

Il materiale di riempimento, oltre a bloccare l'infrastruttura sul fondo della minitrincea, ha la funzione di garantire la protezione sia di tipo meccanico, che dai roditori dell'infrastruttura posata. Durante la posa delle strutture di minitubi e/o di monotubi deve essere garantita la geometria dell'infrastruttura e non si devono verificare innalzamenti indesiderati; se necessario, prima di eseguire le attività di riempimento, gli stessi sono preventivamente vincolati sul fondo della minitrincea tramite pesi posizionati in punti discreti lungo lo scavo; tali vincoli dovranno essere comunque rimossi prima della posa del materiale di riempimento.

Per il riempimento dello scavo si procede fino a 3 cm dal piano di calpestio, completando il riempimento con il materiale con cui si realizza il tappetino di usura.

Fino a 10 anni fa, questa trovava impiego solo in ambito extraurbano per via delle grandi dimensioni dei macchinari. L'interesse ad utilizzarla anche in

ambito urbano ha indotto i costruttori a sviluppare macchine sempre più piccole e, nell'ottica di ricercare soluzioni economicamente vantaggiose, sono stati messi a punto particolari materiali di riempimento dello scavo, le cui caratteristiche permettono di evitare il ripristino del manto stradale. Oggi la minitrincea, contraddistinta da una lavorazione veloce e da un ingombro minimo, trova il suo impiego ottimale proprio in città, dove le strade hanno dimensioni ridotte e il traffico veicolare e pedonale è intenso.

Un esempio di minitrincea: One Day Dig

La tecnica di scavo denominata One Day Dig è paragonabile ad una minitrincea ridotta e vede l'ottimizzazione di tutti i processi di lavorazione, incluso l'utilizzo dei materiali. Con il sistema One Day Dig è possibile minimizzare i tempi di apertura dei cantieri, aprendo e chiudendo lo scavo in modo definitivo nella stessa giornata. La tecnica del One Day Dig si sviluppa in due fasi principali:

- scavo della mini-trincea, con sezione 5 cm (anziché i 10 cm della minitrincea tradizionale) e profondità di 35/40 cm, e successiva posa dei tubi con cavi ottici;
- copertura dello scavo e ripristino immediato della sede stradale.

Questa soluzione consente di interrare i cavi anche nelle aree urbane più congestionate dal traffico e l'innovazione più importante introdotta consiste nell'uso contemporaneo delle varie macchine coinvolte nei lavori: una fresa di nuova concezione è collegata ad un mezzo aspiratore, predisposto per la raccolta del materiale di scavo (Figura 4), oltre ad un innovativo sistema per la creazione e posa della miscela per la chiusura della trincea ed il ripristino stradale. Un'altra significativa innovazione riguarda una speciale malta, utilizzata per chiudere la mini-trincea e completare l'opera. A differenza delle tecniche tradizionali, che prevedono l'utilizzo di diversi materiali in momenti separati, nella soluzione One Day Dig il materiale di ripristino viene posato immediatamente e consente la carrabilità della sede stradale in 2/3 ore con caratteristiche estetiche e strutturali analoghe alle precedenti. La tecnica è stata ampiamente usata nel corso degli ultimi anni, evidenziando i seguenti risultati:

- la sezione dello scavo si è presentata lineare e senza sbavature laterali;
- i residui di lavorazione sono stati efficacemente

asportati sia all'interno della sezione di scavo sia ai margini del manto stradale non lasciando alcuna traccia degli stessi;

- le attività sono state eseguite in modo sequenziale (fresatura, asportazione dei residui, posa del tubo, ripristino);
- la velocità di lavorazione è notevolmente superiore rispetto alle tecniche tradizionali e dopo poche ore la strada è stata riaperta al traffico;
- il risparmio ottenuto è stato pari al 40% rispetto alla tecnica tradizionale.



Figura 4 -Tecnica One Day Dig

La "microtrincea"

Per la "microtrincea" possiamo affermare che le fasi di lavorazione sono pressochè le stesse previste per la "minitrincea":

- individuazione dei servizi tecnologici esistenti attraverso l'impiego di sistemi radar e la verifica incrociata con i dati in possesso dei gestori della strade e dei servizi;
- esecuzione del taglio a mezzo di un taglia asfalti; pulizia dello scavo;
- posa di un conduttore di terra sul fondo dello scavo;
- posa di una canaletta cablata fuori terra, attraverso particolari sistemi di guida e serraggio;
- riempimento dello scavo prima con sabbia e poi, per gli ultimi 3 cm, con asfalto colato.

Questo sistema si differenzia però per la larghezza del taglio, che è pari a circa 2 cm, e per la profondità, che raggiunge al massimo i 25 cm.

L'innovazione tecnologica introdotta dalla "microtrincea" è rappresentata da una particolare canaletta in materiale plastico, che, prima della posa nello scavo, viene armata in campo con il numero e potenzialità di cavi previsti in fase di progettazione. In alcuni casi si può realizzare anche sui marciapiedi o a fianco del cordolo del marciapiede o a fianco di un'aiuola.

Questo scavo, in caso di necessità, può essere chiuso con un'apposita guaina che consente la chiusura provvisoria della sede di posa e la riapertura al transito del tratto interessato, in attesa di completare l'intero percorso e per la successiva posa dei cavi.

Dopo la verifica e pulizia dello scavo, si provvede a

posare sul fondo un conduttore di terra, necessario alla ricerca e individuazione del percorso cavi. Al di sopra del conduttore si posa una canaletta a 4 cave cablata fuori terra, attraverso particolari sistemi di guida e serraggio (Figura 5) .



Figura 5 - Canaletta e sistemi di serraggio

Il riempimento dello scavo è eseguito allettando la canaletta con sabbia e richiudendo la parte superiore con circa 3 cm di tappetino in asfalto fine, posato a caldo e costipato. E' possibile utilizzare anche elementi di raccordo e diramazione (su marciapiedi o su strada) (Figura 6). Il pozzetto viene posato all'interno della buca, eseguita attraverso un'apposita fresa che realizza un carotaggio a misura, e fissato alla base con del calcestruzzo, mentre la rimanente parte viene riempita con materiali inerti o stabilizzati. Il coperchio di chiusura viene posato in linea con la pavimentazione esistente. All'interno del pozzetto vengono ancorate, attraverso specifici accessori, le canalette cablate con i cavi in fibra. Sempre al suo interno è prevista, inoltre, l'allocazione di uno speciale kit per l'inserimento di moduli di giunzione ed alloggiamento scorte (circa 40 mt. complessivi) per sviluppi futuri e/o pose da completare successivamente.



Figura 6 - Elementi di raccordo della "Microtrincea"

La "microtrincea, quindi, introduce delle sostanziali novità per le ridottissime dimensioni degli scavi che di fatto si concretizzano in un minore impatto

ambientale, riduzione dell'area di cantiere e taglio sui costi per lo smaltimento delle terre di risulta, per i riempimenti degli scavi e il rifacimento delle pavimentazioni.

Tale tecnica risulta particolarmente adatta, sia in abito urbano che extraurbano, per la posa di sottoservizi su marciapiedi, strade, banchine e/o area di parcheggio o campus universitari, dove le sollecitazioni sull'impianto, posato superficialmente, sono ridotte.

Perforazioni orizzontali guidate: Trivellazione Orizzontale Controllata (Horizontal Directional Drilling)

Questa tecnica consente la posa di tubazioni in polietilene o acciaio, atte alla fornitura di tutti i tipi di sottoservizi (compresi prodotti petrolchimici) del diametro di (40 1.600) mm. La posa avviene mediante una trivellazione guidata elettronicamente dal punto di ingresso ad uno di arrivo, senza la necessità di effettuare scavi a cielo aperto. La tecnologia prevede varie fasi di lavorazione e può essere effettuata "a secco", oppure "ad umido" (con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite):

- viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa, guidata alla quota e nella direzione voluta;
- raggiunto il punto di uscita, sulla testa di perforazione viene montato un opportuno alesatore, che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti;

• completata la posa, l'area di lavoro viene chiusa mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita. In caso di posa di piccole condotte, come per le telecomunicazioni, la fase di alesatura del foro può essere evitata, riducendo quindi, oltre i tempi di lavorazione, anche le dimensioni delle macchine impiegate e, quindi, l'area di cantiere. Inoltre per la posa in area urbane, sono state messe a punto macchine di piccole dimensioni, in grado di essere posizionate in pozzetti e/o camerette esistenti o nelle buche che ospiteranno i manufatti, riducendo ulteriormente gli ingombri dei cantieri e la movimentazione di materiali. Il Directional Drilling è quindi particolarmente adatto per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande

comunicazione, aree pubbliche (Figura 7), è normalmente usato per la posa longitudinale, e trova impiego anche nel consolidamento di versanti franosi e nel risanamento e contenimento di siti inquinati. L'impiego di questa tecnologia può essere condizionato dalla presenza di pietre o rocce di dimensioni notevoli o in terreni sciolti, quali ghiaia o sabbia. Inoltre, a seconda del diametro della condotta da posare e della lunghezza dell'impianto da realizzare, le dimensioni dell'area di cantiere possono essere tali da impedirne l'apertura in area urbane.

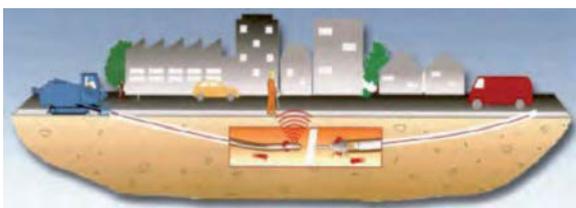


Figura 7 - Schema di posa realizzata con la tecnica della Perforazione Orizzontale Guidata

Perforazioni orizzontali guidate: Microtunneling

Il Microtunneling consente la posa di tubazioni di diametro di (250-2.500) mm in acciaio, in calcestruzzo o in gres ceramico. La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. La sezione più avanzata del tubo è costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuta in movimento da grosse pompe. L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici. La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno. Nel settore delle telecomunicazioni, questa tecnica, è pressoché abbandonata a favore del directional drilling, che, grazie allo sviluppo di macchinari di dimensioni ridotte, risulta più economica e più adatta alle tipologie di impianto del settore.

Perforazioni orizzontali non guidate: Mole (siluro)

La tecnica consente la posa di tubazioni del diametro

di (90-180) mm, che viene realizzata tramite perforazione a secco, con sistemi di spinta ad aria compressa, da una buca di partenza fino ad una di arrivo. Il tubo viene posato direttamente durante la perforazione, collegandolo alla coda della lancia mediante opportuni attacchi (Figura 8).

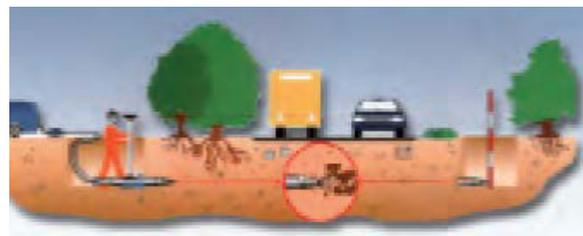


Figura 8 - Schema di posa con la tecnica del "Mole" o "Siluro"

Non potendo apportare correzioni significative alla traiettoria della perforazione, questa dovrà essere orientata opportunamente all'avvio, alla giusta profondità.

Il suo impiego è ottimale per lunghezze limitate di pose e in ambito urbano, per via delle ridotte dimensioni dei macchinari, mentre è condizionato dalla presenza di trovanti di significative dimensioni rispetto al macchinario.

Perforazioni orizzontali non guidate: Spingitubo

Questa tecnica consente la posa di tubazioni del diametro di (600-1.500) mm; è analoga al Microtunneling, ma si differenzia da questo per l'assenza di fresa posta sulla testa di perforazione e per il fatto che lo scavo non può essere direzionato. Questa tecnologia viene prevalentemente impiegata per l'attraversamento di linee ferroviarie e stradali ed è adatta per perforazioni di lunghezza limitata. Il suo impiego non è fattibile in presenza di terreni rocciosi o di falde acquifere e può essere condizionato in ambito urbano dalla necessità di avere a disposizione un'area di cantiere di dimensioni notevoli.

No Dig Leggero

La tecnica del No Dig Leggero consiste nella posa di un monotubo con diametro inferiore a 50 mm, contenente quattro minitubi 10/12 mm con protezione antiroditore, senza eseguire scavi lungo il tratto da realizzare, aprendo solamente 2 buche a inizio e fine tratta. I vantaggi di questa tecnica, che facilitano la concessione di permessi da parte degli Enti proprietari delle strade, sono;

- i costi dei ripristini della pavimentazione stradale sono ridotti al minimo (2 buche);

- l'impatto sulla viabilità stradale è minimizzato;
- l'impatto ambientale è ridotto dall'assenza di materiali da portare a discarica, dalle dimensioni ridotte del foro, che non ha impatto sulla struttura stradale preesistente e infine dalla possibilità di non intaccare gli apparati radicali delle piante;
- i tempi di realizzazione sono notevolmente ridotti rispetto alle tecniche tradizionali.

Prima di eseguire l'attività di perforazione è necessario effettuare un'indagine Georadar sull'intera tratta interessata al fine di individuare tutte le infrastrutture esistenti.

Palificazioni

In caso di palificazioni di nuova costruzione il cavo ottico deve essere sempre posato su fune portante dedicata.

Le palificazioni sono classificate secondo tipologie diversificate per carichi da sorreggere e sono definite nel seguente modo:

- *palificazione "normale"*: è quella destinata a sorreggere una fune portante cavo in rame di potenzialità fino a 100 coppie, cavo in fibra ottica il cui peso non modifica la stabilità strutturale della palificata;
- *palificazione "pesante"*: è quella destinata a sorreggere carichi di linea superiori a quelli del precedente punto a), come ad esempio, fune portante cavo in rame da 200 coppie, due cavi su funi distinte, etc.;
- *palificazione "leggera"*: è quella destinata a sorreggere esclusivamente cavetti autoportanti di abbonato e/o circuiti in fili nudi o ricoperti.

Per la costruzione delle palificazioni possono essere impiegati sostegni di due diverse nature:

- *pali di legno* che, in base alla diversa consistenza strutturale, possono essere di tipo "Comune" o di tipo "Pesante" nella gamma di lunghezze da 7, 8, 9, 10, 11 e 12 m;
- *pali di vetroresina* di lunghezza uguale a 8 m e 9 m ambedue disponibili nella colorazione "grigia" o "verde".

Posa di minitubi in infrastrutture esistenti

Questa tipologia di posa permette senza alcun dubbio di ottimizzare le infrastrutture esistenti, sfruttando al massimo tutti gli spazi disponibili di ogni tubo con l'obiettivo di posticipare il più possibi-

le gli interventi di ampliamento delle infrastrutture e quindi ottenere significativi benefici economici. I minitubi 10/12 mm sono utilizzabili per il sottoequipaggiamento di tubi esistenti liberi o parzialmente occupati per esempio da cavi in rame; il numero di minitubi alloggiabili è funzione del diametro dei tubi stessi e degli eventuali cavi presenti in essi. Anche per questa soluzione tecnica i rischi di danneggiamenti ad altre infrastrutture sono ridotti, in quanto non debbono essere eseguiti interventi infrastrutturali, e quindi:

- gli Enti rilasciano facilmente i permessi per l'accesso alle infrastrutture esistenti;
- i costi dei ripristini della pavimentazione stradale sono praticamente eliminati;
- l'impatto sulla viabilità stradale è nullo con tempi di realizzazione minimi.
- i tempi di realizzazione sono ridotti di circa 8 gg;
- i benefici economici sono stati pari al 40%.

E' utile precisare inoltre come questa tecnica dei minitubi possa trovare applicazione anche su infrastrutture di Terzi, ad esempio infrastrutture della pubblica illuminazione rese disponibili dal Comune.

Pose in condotte fognarie

Un'altra infrastruttura esistente che si può utilizzare per la posa di cavi ottici è quella fognaria. Per la posa si utilizzano cavi speciali da 96 fibre interamente protetti da un polimero speciale molto resistente agli agenti chimici corrosivi che si possono trovare nel liquame fognario e da un'ulteriore struttura in acciaio che garantisce una totale resistenza al morso dei roditori ed elevatissime performance, anche dal punto di vista meccanico. Una implementazione della tecnica di posa in condotte fognarie prevede l'impiego di un insieme di minitubi protetti da una struttura in fili di acciaio e opportune guaine, in modo da creare una sottotubazione nella quale posare minicavi di tipo tradizionale, garantendo maggiore flessibilità sia nella fase di installazione sia nel supporto di futuri sviluppi di rete.

Posa del cavo a fibre ottiche su palificazione esistente

Il cavo aereo a fibre ottiche può essere posato su palificazione esistente in due modi:

- fascettato alla fune portante;
- in posa autoportante, utilizzando accessori a barrette preformati.

Nel caso di utilizzo di palificazioni esistenti, già equipaggiate con almeno una fune, si deve ricorrere alla posa del cavo ottico in soluzione autoportante.

Lo stendimento ed il fissaggio del cavo avviene mediante *fascettatura a cavalletta* che consente la fascettatura dei cavi su fune senza la necessità di accedere alla fune stessa lungo tutto il suo sviluppo.

Le fascette a cavalletta vengono fornite in rotoli da 150 m, fissate su nastro di polipropilene ad una distanza reciproca di 330 mm.

La posa autoportante dei cavi ottici aerei prevede l'installazione su palificazione e quindi posati senza l'ausilio della fune portante.

Tale operazione è possibile per campate di lunghezza inferiore a 50 m; per campate di lunghezze superiori e in tutti i casi previsti dalle norme per interferenze meccaniche od elettriche i cavi debbono essere posati su fune portante mediante gli accessori tradizionali.

In sede preliminare occorre verificare lo stato della palificazione, la lunghezza delle campate ed individuare i cambi di direzione e di pendenza.

Il cavo ottico può essere posato su palificazione costituita sia da pali di legno che da pali di vetroresina.

I Materiali (Minitubi e Mincavi)

I minitubi singoli sono costituiti di polietilene ad alta densità; sono state standardizzate due versioni, uno di dimensioni 10/12 mm per posa all'interno di tubazioni esistenti, l'altro da 10/14 mm per posa interrata. La superficie interna del minitubo è trattata per minimizzare l'attrito durante la posa del cavo. I singoli minitubi possono essere organizzati in bundle all'interno di una guaina di polietilene o in una struttura lineare nella quale i tubi sono tenuti insieme da un sottile strato di plastica che permette la configurazione di diverse geometrie durante la posa. La posa avviene mediante il soffiaggio di aria e pertanto i minitubi e i relativi accessori di giunzione devono sopportare una pressione di 30 Bar (60 Bar per la posa interrata).

Tecniche di cablaggio degli edifici

Il cablaggio dell'edificio può prevedere, a seconda del contesto, sia tecniche installative sia prodotti molto diversi. Innanzitutto è opportuno distinguere l'ambito legato agli edifici di nuova realizzazione (detto Greenfield) dall'ambito legato agli edifici esistenti (detto Brownfield). Il contesto Greenfield, se

il costruttore ha realizzato le infrastrutture secondo quanto indicato nelle norme CEI esistenti, presenta pochi vincoli sia a livello di prodotti sia di tecniche installative e sul mercato sono disponibili molti prodotti maturi per questa applicazione. Il contesto Brownfield invece rappresenta uno degli elementi più sfidanti nel dispiegamento di un'architettura FTTH, con impatti di tipo sia tecnico sia economico. Le difficoltà maggiori sono dovute a:

- limitata disponibilità di infrastrutture TLC, soprattutto negli edifici più datati;
- problemi per ottenere il permesso, da parte degli amministratori di condominio, per la posa della fibra ottica;
- normative risalenti "all'età del rame".

In questo contesto è quindi fondamentale identificare soluzioni tecnologiche e tecniche installative che consentano di cablare gli edifici esistenti con il "minimo impatto" sull'edificio stesso e sui costi di realizzazione della rete, sfruttando il più possibile le infrastrutture esistenti nei palazzi. Le stesse soluzioni e tecniche identificate per il Brownfield possono poi essere eventualmente usate anche in un contesto meno sfidante come quello Greenfield. Le infrastrutture esistenti negli edifici italiani possono essere classificate in esterne ed interne. Quelle esterne sono costituite dai percorsi aerei dei raccordi d'utente in rame sulla facciata dell'edificio e, soprattutto nelle aree di Centrale caratterizzate dalla presenza di grossi agglomerati di condomini, da percorsi aerei interni che già collegano in serie gli edifici (tipicamente attraverso le cantine). Quelle interne invece sono costituite da tubi sottotraccia o da canaline a vista, sia verticali (colonna montante di alimentazione dalla cantina ai piani), sia orizzontali (tratto di collegamento dalla colonna montante verticale agli appartamenti). Negli edifici italiani, i tubi verticali hanno tipicamente un diametro esterno pari a 20 mm, mentre quelli orizzontali di 16 mm. In alcuni casi possono essere presenti anche le tubazioni, realizzate in passato (progetto Socrate di Telecom Italia), con diametri di 32-40 mm per il verticale e di 20-32 mm per l'orizzontale, utilizzabili a fronte dello sfilamento del cavo coassiale. Le colonne montanti possono essere interamente dedicate alla rete telefonica in rame, ossia occupate dalle sole "treccie", oppure condivise con i Cavetti coassiali della ex-rete Socrate, sia nello stesso tubo che in tubazioni indipendenti.

Nei cavedi di risalita verticale possono inoltre coesistere colonne montanti di diversi servizi, non solo per le telecomunicazioni ma anche per le connessioni all'antenna TV, all'impianto elettrico, al citofono... giusto per citarne alcuni. L'obiettivo è quindi identificare soluzioni semplici e flessibili, da utilizzare nelle infrastrutture esistenti, senza installare cavi ed accessori "a vista" ai piani o sulla facciata. In tutti gli edifici in cui non sia presente un'infrastruttura interna (ad esempio quelli più vecchi) sarà necessario utilizzare soluzioni da esterno o da interno ma a vista (canaline). Nei caso infine in cui lo stato delle infrastrutture TLC (interne o esterne) impedisca la posa di nuovi cavi ottici, si può prevedere l'utilizzo di risalite sulle condotte dedicate ad altri impianti quali quello elettrico, citofonico e televisivo, a condizione che una precisa regolamentazione in merito lo consenta. La soluzione di cablaggio per l'edificio deve rispondere ai seguenti vincoli installativi:

- la potenzialità e le caratteristiche dimensionali e di utilizzo del cavo/i per il verticale devono essere tali per cui sia possibile connettere nel tempo tutte le unità abitative dello stabile con almeno una fibra;
- la posa del cavo/i in fibra all'interno delle colonne montanti deve essere eseguita non in sostituzione del rame, ma in affiancamento;
- le dimensioni e l'operatività degli accessori impiegati devono essere compatibili con le dimensioni e gli spazi ridotti delle scatole di derivazione al piano, con i raggi di curvatura prescritti dalle norme per le fibre ottiche e con le esigenze di riaccessibilità necessarie per il collegamento nel tempo degli utenti;
- utilizzo di fibre a bassa sensibilità alla curvatura (G.657), ma compatibili con quelle a standard ITU G.652, rispettando nell'installazione i minimi raggi di curvatura previsti dalle norme.

Le due modalità di cablaggio più promettenti per rispondere alle esigenze sopra descritte si basano su due prodotti differenti:

- il cavo multifibra;
- il cavetto singolo.

Il cablaggio verticale di edificio deve essere considerato come un "black-box" che garantisca il collegamento di ogni cliente residente tra il punto di attestazione alla base dell'edificio e la borchia di utente, con caratteristiche ben definite (ad es. attenuazione massima e tipologia di fibra utilizzata); la soluzione tecnica adottata per realizzare il collega-

mento è pertinenza esclusiva dell'operatore che realizza il cablaggio ed è sostanzialmente indipendente dall'architettura di rete scelta (GPON o Punto-Punto). La modalità di cablaggio con cavo multifibra e con cavetto singolo sono entrambe applicabili, ma devono essere valutate sulla base del contesto installativo. In particolare la soluzione a cavo multifibra è obbligata nel caso in cui l'infrastruttura esistente non permetta di inserire un numero di cavetti singoli sufficiente a cablare tutti gli utenti del palazzo. Nel caso in cui invece ci sia spazio a sufficienza, la scelta può essere fatta sulla base della convenienza economica.

Cavo multifibra

L'utilizzo del cavo multifibra prevede:

- l'installazione del box alla base dell'edificio (ROE/PTE) che ospita l'eventuale splitter preconnettorizzato, la striscia di attestazione del cavo verticale e la terminazione del cavo di rete;
- la posa, all'interno della tubazione o del cavedio esistenti se possibile, del cavo ottico dimensionato per il "Total replacement" (una fibra per ogni appartamento ed alcune fibre di scorta) e terminato nel box alla base dell'edificio;
- l'estrazione delle fibre ad ogni piano ed installazione delle protezioni sul cavo nei punti di estrazione; ogni fibra è estratta per una lunghezza appropriata per la realizzazione di un giunto al piano;
- il cliente connesso "on demand", utilizzando una bretella in fibra o cavetto di lunghezza adeguata, per mezzo di un giunto protetto al piano;
- la posa di una borchia di utente ibrida rame-fibra, che consenta di sfruttare l'ingresso rame all'appartamento anche per la fibra, unificando il punto di terminazione.

Cavetti singoli

L'utilizzo di cavetti singoli prevede:

- l'installazione di un box alla base dell'edificio (ROE/PTE) che ospita l'eventuale splitter preconnettorizzato, la striscia di attestazione dei cavetti singoli e la terminazione del cavo di rete;
- ogni cliente connesso "on demand" per mezzo di cavetto di lunghezza adeguata, installato direttamente tra il box alla base dell'edificio e l'appartamento, possibilmente all'interno di tubazioni o cavedi esistenti;

- la posa di una borchia di utente ibrida rame-fibra, che consenta di sfruttare l'ingresso rame all'appartamento anche per la fibra, unificando il punto di terminazione.

Rapporti con le Amministrazioni Pubbliche

Le Amministrazioni pubbliche particolarmente attente alla salvaguardia della tutela ambientale, alla sicurezza e alla salute dei cittadini, individuano nel razionale utilizzo del sottosuolo, lo strumento gestionale capace di limitare la rottura del manto stradale, l'apertura di cantieri e di conseguenza i disagi alla cittadinanza. Le tecniche prima indicate appaiono quindi perfette per soddisfare queste esigenze di minimo impatto socio-ambientale; ma ancora oggi alcune Amministrazioni pubbliche non autorizzano l'impiego. In particolare, mantra per le tecniche di perforazione orizzontale questo è vero solo in parte - anche perché il loro impiego è consigliato dal regolamento d'attuazione del Codice della Strada - per la minitrinca, gli Operatori denunciano una forte resistenza nell'ottenere i permessi. Il principale motivo di questa ritrosia è la ridotta profondità di scavo prevista dalla tecnica, in netto contrasto con la prescrizione del Codice della Strada di scavare ad almeno 1 metro di profondità in carreggiata. Ma il quadro normativo è mutato o diverse disposizioni di legge permettono ormai alle Amministrazioni pubbliche di derogare al metro di profondità, qualora motivate ragioni di interesse pubblico lo consiglino (Legge 69/2009). Altro motivo che frena l'impiego della minitrinca è l'idea che impianti posti ad una profondità ridotta possano interferire con gli interventi di manutenzione stradale straordinaria e di conseguenza allungarne i tempi di lavorazione per effettuare il coordinamento tra le vane imprese.

Con il Dlgs 33/2016, chiamato anche "Decreto Fibra" si tende ad accelerare i tempi di realizzazione della posa della fibra ottica e a favorire un maggiore utilizzo delle nuove tecnologie in materia di scavo.

Il decreto infatti attua una direttiva europea del 2014 che definisce le "norme volte a facilitare l'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità". Un obiettivo che le disposizioni puntano a raggiungere è quello di "promuovere l'uso condiviso dell'infrastruttura fisica esistente e consentire un dispiegamento più efficiente di infrastrutture fisiche nuove, in modo da abbattere i costi dell'installazione

di tali reti". Una novità importante è quella che arriva dall'articolo 5 che prevede, in assenza di infrastrutture disponibili, l'installazione delle reti di comunicazione elettronica ad alta velocità preferibilmente con tecnologie di scavo a basso impatto ambientale". Ma c'è di più, perché "le specifiche delle tecniche di posa su tralicci e pali, di scavo tradizionale e di scavo a basso impatto ambientale, nonché dei relativi ripristini sono definite dall'Ente nazionale italiano di unificazione attraverso le apposite norme tecniche e prassi di riferimento" e quindi elimina la necessità di ricorrere continuamente a interventi normativi "di sblocco" delle tecnologie innovative.

Inoltre l'articolo 3 contiene diverse previsioni di regolazione sull'accesso alle infrastrutture fisiche esistenti. A ogni gestore e operatore viene riconosciuto "il diritto di offrire ad operatori di reti l'accesso alla propria infrastruttura fisica ai fini dell'installazione di elementi di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità".

Fermi restando i principi di trasparenza, non discriminatorietà, equità e ragionevolezza, il rifiuto alla richiesta di accesso può essere opposto solo in alcuni casi elencati dal decreto. Tra questi la "inidoneità a ospitare gli elementi di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità", la "indisponibilità di spazio" o il fatto che "l'inserimento sia oggettivamente suscettibile di determinare o incrementa il rischio per l'incolumità, la sicurezza e la sanità pubblica, ovvero minacci l'integrità e la sicurezza delle reti".

Inoltre, al fine di facilitare l'installazione delle nuove reti ad alta velocità, il decreto ha previsto una "mappatura delle reti di comunicazione elettronica veloci esistenti e di ogni altra infrastruttura fisica funzionale ad ospitarle, presente nel territorio nazionale" (art. 4). Nascerà in sostanza il Sistema informativo nazionale federato delle infrastrutture.

Novità anche per i condomini; infatti, come si legge nel testo, all'articolo 8, ai "proprietari di unità immobiliari, o il condominio ove costituito in base alla legge, di edifici realizzati nel rispetto di quanto previsto dell'articolo 135-bis del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, o comunque successivamente equipaggiati secondo quanto previsto da tale disposizione" viene riconosciuto il "il diritto, ed ove richiestone, l'obbligo, di soddisfare tutte le richieste ragionevoli di accesso presentate da operatori di rete, secondo termini e

condizioni eque e non discriminatorie, anche con riguardo al prezzo, che sarà stabilito dall'Agcom”.

Il decreto fibra ottica ha infatti aggiunto l'articolo 135-bis al Dpr 380/2001, prevedendo una serie di norme sulle installazioni all'interno delle infrastrutture condominiali. Si prevede che tutti gli edifici di nuova costruzione, la cui autorizzazione edilizia sia posteriore al 1° luglio 2015, siano “equipaggiati con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete”.

Per infrastruttura fisica multiservizio interna all'edificio, spiega la norma, si intende “il complesso delle installazioni presenti all'interno degli edifici contenenti reti di accesso cablate in fibra ottica con terminazione fissa o senza fili che permettono di fornire l'accesso ai servizi a banda ultralarga e di connettere il punto di accesso dell'edificio con il punto terminale di rete”.

Non solo: “tutti gli edifici di nuova costruzione” sempre con domande di autorizzazione edilizia post luglio 2015 dovranno anche essere “equipaggiati di un punto di accesso (il punto fisico, situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile alle imprese autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consente la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per i servizi di accesso in fibra ottica a banda ultralarga)”. Lo stesso obbligo vale anche per “opere di ristrutturazione profonda che richiedano il rilascio di un permesso di costruire”.

Conclusioni

La costruzione della NGAN è tutt'altro che semplice: gli investimenti richiesti sono ingenti, i tempi di ritorno lunghi, le sfide tecnologiche molteplici e su più fronti. Nonostante ciò, la NGAN è indispensabile per lo sviluppo del nostro Paese.

Nell'articolo si è cercato di indicare le principali tecnologie che oggi costituiscono un adeguato ventaglio di strumenti per la realizzazione dell'infrastruttura NGAN in fibra ottica all'interno delle aree urbane e all'interno degli edifici, ma anche nelle aree sub urbane e rurali.

Anche la normativa oggi ha avuto una evoluzione al fine di facilitare l'impiego delle necessarie tecnologie e a semplificare, pur nel rispetto dei ruoli, sia la

relazione tra le pubbliche amministrazioni locali e gli operatori, che tra questi ultimi e le amministrazioni degli edifici, al fine di permettere, tramite una chiarezza delle regole dettate centralmente, la fluidificazione delle attività. In questo modo, la presenza di linee guida idonee e univoche a livello nazionale, dirimono sin dall'origine alcune problematiche tecniche e operative che altrimenti andrebbero a gravare su ogni singola attività locale.

In conclusione oggi non esistono più motivi ostativi allo sviluppo di un progetto strategico per l'intero Paese, cioè quello di realizzare a livello nazionale una infrastruttura di accesso in fibra ottica, capace, finalmente, di dare una marcia in più al sistema Paese, indipendentemente dalla localizzazione geografica e dalle storiche differenze tra Nord e Sud.

Glossario

NGAN: Next Generation Access Network
GPON: Gigabit Passive Optical Network
OLT: Optical Line Termination
ODN: Optical Distribution Network
ONU – Optical Network Unit
ONT – OPTICAL Network Termination
VDSL 2: Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line 2
ODF: Optical Distribution Frame
TDM: Time Division Multiple Access
TDMA: Time Division Multiple
SOHO: Small Office Home Office
SME: Small Medium Enterprise
ROE: Ripartitore Ottico Elettrico
PTE: Punto di Terminazione di Edificio

Bibliografia

- [1] Notiziario Tecnico Telecom Italia – Anno 18 – Numero 1-2009: MICRO E MINITRINCEA. Tecnologie di scavo nel rispetto dell'ambiente – Paolo Trombetti
- [2] Notiziario Tecnico Telecom Italia – Anno 19 – Numero 1-2010: Tecniche di posa a basso impatto ambientale – Paola Finocchi, Paolo Trombetti
- [3] Notiziario Tecnico Telecom Italia – Anno 20 – Numero 1-2011: LARGA BANDA... CHE FARCI? – Michela Billotti, Roberto Saracco
- [4] Notiziario Tecnico Telecom Italia – Anno 20 – Numero 1-2011: LA NEXT GENERATION ACCESS NETWORK: LE SCELTE INFRASTRUTTURALI – Patrizia Bondi, Francesco Montalti, Paolo Pellegrino, Maurizio Valvo
- [5] L'Internet delle cose e la banda ultra – larga (BUL) - Andrea Penza - Presidente AICT
- [6] DECRETO LEGISLATIVO 15 febbraio 2016, n. 33 - Attuazione della direttiva 2014/61/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità'. (16G00041) - (GU n.57 del 9-3-2016)

OPENCITY PROJECT UN PROGETTO PER L'ARCHEOLOGIA URBANA, LA PIANIFICAZIONE E LO SVILUPPO SOSTENIBILE DI CATANIA

di Daniele Malfitana
Antonino Mazzaglia e Giuseppe Cacciaguerra

Strategie e visione di OPENCITY

Quando nel 2012 il MIUR finanziò un progetto di ricerca industriale e sviluppo sperimentale maturato nell'ambito delle iniziative sulle *Smart Cities and Communities* in cui, tra Università e Imprese, un Istituto di ricerca come l'IBAM – Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali, che ho l'onore di dirigere – avrebbe dovuto offrire uno specifico contributo sul tema della conoscenza di due città pluristratificate e a lunga continuità di vita, Catania e Lecce, mi sembrò fosse giunta l'occasione per provare a costruire un nuovo “piano della conoscenza”, oggi ineludibile punto di partenza per la ricostruzione della storia e della cultura delle nostre città.

Un'occasione straordinaria perché finalmente l'interazione tra competenze e saperi diversi, tra approcci metodologici condivisi e tecnologie innovative d'indagine, tra ricerca di base e ricerca industriale, avrebbe potuto produrre – come è poi realmente avvenuto nel corso delle attività – un significativo passo in avanti nell'articolazione di quella piattaforma che oggi costituisce, per Catania come per Lecce, un passaggio obbligato per chi opera, vive e lavora per la Città.

Le città sono oggi sempre più al centro di un'attenzione crescente perché la loro storia, la loro cultura e le funzioni da ciascuna di esse svolte rappresentano i centri propulsori di ogni idea di sviluppo, sia regionale che nazionale; ma le città rappresentano, soprattutto, quei grandi contenitori dove i contenuti culturali uniti a obiettivi, strategie, strumenti di chi produce ricerca sono in grado di dimostrare, concretamente, il proprio potenziale e la portata stessa delle informazioni raccolte così da giungere ad una ricostruzione fedele e, soprattutto, utile della sua storia.

Oggi sentiamo spesso parlare di “cultural planning”, cioè di un processo che più che intendere in senso stretto la “pianificazione della cultura” fa

riferimento, in maniera più appropriata, “ad un approccio culturale applicato alla costruzione delle politiche pubbliche, quindi ad un processo di identificazione di progetti, concepimento di piani, gestione delle strategie di implementazione”¹.

È, dunque, una questione di strategia e di visione complessiva quella che sta alla base del disegno che l'IBAM ha pensato quando diede avvio al progetto “OPENCITY”² inteso come grande contenitore di dati condivisi tra più attori: territori, pubbliche amministrazioni, enti preposti alla tutela, mondo della ricerca, ecc. Un'occasione capace, finalmente, di aggregare specialismi diversi, di superare frammentazioni spesso generate da gelosie “accademiche”, di stabilire connessioni con il territorio e con la pianificazione delle azioni di sviluppo, ma che riuscisse anche a trasmettere un nuovo modo di innovare nella formazione e nell'addestramento delle giovani generazioni che frequentano la nostra Università e il nostro Istituto di ricerca: un modo per offrire loro strumenti vivaci, dinamici e integrati con l'utilizzo delle nuove tecnologie informatiche, consapevoli della portata che lavorare in squadra e integrare una miriade di dati, connessi tra loro e interoperabili, può essere oggi lo strumento vincente per produrre quell'inno-



Fig. 1. Veduta aerea di Catania (Foto Giovanni Fragalà, IBAM-CNR).

vazione, anche metodologica, di cui tanto si parla. OPENCiTy è allora, prima di tutto, un progetto di “cultural planning” che focalizza l’attenzione sul patrimonio archeologico e monumentale (direi, in generale, culturale) di una città dalla storia millenaria come Catania (Fig. 1). Non è solo – sia ben chiaro – un progetto di ricerca archeologica “pura” come potrebbe essere una tradizionale “carta archeologica”; è di più, è “carta archeologica” ma integrata con una moltitudine di *layers* diversi che consente, ai diversi fruitori, di sfogliare e scavare nella stratigrafia della città per estrarre da essa ciò che si vuol conoscere e, soprattutto, ciò che si vuol programmare. OPENCiTy è anche un progetto di “archeologia pubblica” perché finalmente funge da raccordo tra mondo della ricerca e pubblica amministrazione promuovendo quel rapporto strategico irrinunciabile tra ricerca e soggetti pubblici e anche privati della società civile. OPENCiTy ha l’ambizione di far incontrare nella piattaforma informatica da noi creata, politica, istituzioni, società, economia, management, comunicazione, etc. Coniugare ricerca pura e ricerca applicata nel campo dell’archeologia urbana, unita all’archeologia della comunicazione, è uno degli obiettivi a cui si sta lavorando (Fig. 2). Una piattafor-



Fig. 2. Ricostruzione tridimensionale dell’Anfiteatro romano di Catania (IBAM-CNR).

ma siffatta esige, necessariamente, multidisciplinarietà: OPENCiTy oggi include competenze e figure diverse, archeologi, architetti, geologi, geofisici, informatici, urbanisti, esperti in GIS e Web-GIS, fotografi specializzati, topografi, esperti di telerilevamento da drone, esperti di ricostruzioni 3D, ecc. Un team che

sta anche formando le nuove generazioni, con parecchi giovani che già operano attivamente nella costruzione e nella immissione e presentazione dei dati. L’esperienza straordinaria di MAPPA che ha segnato, dopo lungo tempo, in Italia un nuovo modo di produrre conoscenza, gestire miriadi di dati, dialogare con il territorio è sicuramente il modello operativo cui OPENCiTy ha guardato e guarda. OPENCiTy si colloca lungo questo filone di innovazione metodologica e operativa perché crediamo che sia giunto il momento di stare tutti attorno ad un tema specifico – la città – e provare, insieme, a decodificarne significati. Tutto ciò non è semplice. Nei prossimi mesi OPENCiTy si “mostrerà” all’esterno, cercherà di far cogliere a tutti il messaggio che essa vuol lanciare affinché si avvii, da quel momento in poi, una rinascita operativa capace di dare risultati concreti. Nelle pagine che seguono proveremo, dunque, ad “estrarre” alcuni spunti sul tema del “potenziale archeologico” dalla piattaforma OPENCiTy consapevoli del ruolo che esso assume come mezzo di conoscenza e come strumento di indirizzo per ogni proposta di pianificazione, anche culturale, di una città come Catania.

Archeologia urbana e sviluppo sostenibile

Le dinamiche di formazione e sviluppo del record archeologico urbano costituiscono una componente particolarmente complessa del paesaggio di Catania in cui si intrecciano indissolubilmente fattori antropici e naturali. La lunga continuità di vita, i grandi interventi e le lente trasformazioni, l’impatto dei fenomeni sismici e vulcanici, il ruolo dell’acqua e dell’erosione, rendono la città un contesto ideale, dotato di evidenti peculiarità, in cui

mettere in campo strategie di indagine innovative. La lettura integrata di questi diversi aspetti, infatti, rappresenta la prima sfida che pone un sistema urbano complesso come quello di Catania (Fig. 3).

Da tempo l’archeologia urbana italiana e europea ha sviluppato metodologie di indagine e procedure che

permettono di documentare e sviluppare modelli attraverso l'uso di strumenti, sistemi e tecnologie diverse. La lettura diacronica delle stratigrafie archeologiche e architettoniche, l'origine della formazione dei depositi, lo studio accurato della cultura materiale, l'impiego di metodi di indagine non invasiva e la gestione integrata dei dati in piattaforme informative dovrebbero costituire certamente la base delle ricerche in area urbana.

Tuttavia, in questo contesto, l'attenzione della ricerca archeologica all'analisi del record archeologico per la pianificazione e lo sviluppo sostenibile della città è stata discontinua e problematica (Fig. 4). Se guardiamo ai risultati della produzione scientifica, soprattutto di quella degli ultimi trenta anni, i deficit sono notevoli. Ad esclusione di pochi casi, i lavori pubblicati sugli scavi urbani della città sono costituiti principalmente da relazioni preliminari in cui l'esposizione dei dati è piuttosto povera, e non supportata



Fig. 3. Catania, Odeon romano. Acquerello di Luis Ducros che mostra il monumento romano occupato e riutilizzato per funzione residenziale (1778).

da un sufficiente corredo di sezioni e planimetrie di dettaglio, a fronte di una più puntuale, particolare e specifica attenzione all'interpretazione storica, archeologica e topografica.

Il basso interesse verso l'analisi dettagliata delle sequenze stratigrafiche è evidente nella deficitaria ricostruzione della continuità di vita e della storia di lungo periodo della città. Piuttosto, appare molto evidente l'attenzione rivolta a ricerche settoriali e

limitate a particolari periodi storici a scapito di una lettura complessiva e diacronica dei fenomeni urbani, anche localizzati. La città greca e, ancor più, quella romana sembrano, infatti, catalizzare l'interesse della ricerca mentre, se guardiamo alle successive fasi storiche, anch'esse cariche di informazioni importanti, si nota un calo evidente dei dati a disposizione. Il risultato è l'immagine di una storia urbana, spesso comunicata al grande pubblico, costituita da fratture non reali che rappresentano piuttosto soluzioni di continuità stabilite dalla stessa



Fig. 4. Catania, Piazza Stesicoro. Foto che mostra le strutture dell'anfiteatro immediatamente dopo gli scavi di F. Fichera nel 1904-1905 (da Nicolosi 1986).

ricerca archeologica e che non hanno un fondamento nel reale sviluppo storico della città.

L'archeologia del patrimonio invisibile di Catania, tuttavia, è anche una archeologia delle informazioni "sommese" e non utilizzate. Le indagini condotte a Catania sul patrimonio culturale nel corso di almeno un secolo e mezzo di ricerche, infatti, sono solo in parte conosciute e quelle non pubblicate si trovano oggi "disperse" tra archivi pubblici (soprintendenze, comune, università) e fondi privati, complicando sensibilmente la lettura e la ricostruzione del paesaggio urbano. L'indice di pubblicazione che caratterizza la ricerca, pertanto, che ha recentemente avuto una evidente inversione di tendenza rispetto al passato e ha visto nel corso dell'ultimo decennio l'edizione di nuovi importanti lavori, deve fare fronte anche a questo aspetto.

Parallelamente a ciò, la condivisione dei dati rappresenta un ulteriore limite da superare a fronte di una generale assenza di dialogo tra ricercatori che a vario titolo e con diverse competenze si sono occupati del patrimonio "sommese" della città. Anche nelle relazioni con le Pubbliche Amministrazioni, si nota una particolare resistenza allo scambio di informazioni che complica la gestione del patrimonio e annulla gli sforzi profusi per la pianificazione della ricerca a sostegno dello sviluppo sostenibile di Catania.

Ma se sul fronte della ricerca strettamente archeologica il quadro non appare roseo, le enormi potenzialità del record archeologico descritto nei precedenti paragrafi trovano solo in parte risposta in lavori multidisciplinari. Rimane infatti molto limitata l'integrazione delle conoscenze sul patrimonio archeologico, architettonico e monumentale con quelle particolari della geologia, della pedologia, della chimica, solo per fare alcuni esempi. Ne consegue che molti fenomeni che trovano particolare espressione nel sottosuolo della città sono studiati e indagati nei diversi settori scientifico-disciplinari su piani molto diversi seguendo linee interpretative talvolta molto divergenti.

Questa problematica comporta, ad esempio, che l'uso di metodologie mutuata da altri campi di ricerca e l'impiego di nuove tecnologie per lo studio del patrimonio archeologico siano piuttosto limitati e poco frequenti. I sistemi informativi territoriali, strumenti fondamentali per la gestione, l'analisi e la pianificazione in contesti particolarmente complessi

non trova applicazione nel campo dei beni culturali. Quelli esistenti sono creati per l'analisi di specifici settori disciplinari e non sono strutturati per l'integrazione di informazioni e dati derivati da altri tipi di indagine o di contenuti.

Ancora, solo per fare un altro esempio, le potenzialità fornite dalle metodologie *remote sensing* per l'archeologia urbana allo stato attuale non sono sfruttate, per un contesto come Catania che viceversa si presta ad interessanti sperimentazioni. L'assenza di una prospettiva così interessante limita fortemente la possibilità di ottenere informazioni fondamentali per lo sviluppo di una città in continua evoluzione.

Ma le problematiche archeologiche, e non solo, sembrano ancora più vaste di quanto finora descritto se ci soffermiamo ad analizzare la capacità di proporre linee guida per lo sviluppo sostenibile. Ad esclusione degli interventi di più ampio respiro, che hanno riguardato anche recentemente i più grandi monumenti classici della città e non solo (Teatro e Odeon, Anfiteatro, Terme della Rotonda, Monastero dei Benedettini), e i sondaggi condotti nel centro storico (Via Crociferi, Piazza Duomo, Sant'Agata La Vetere e Sant'Agata al Carcere), risulta evidente che una grande parte degli scavi che hanno costellato l'intera area urbana, sono poco conosciuti e spesso di essi se ne sconosce l'esatta ubicazione. Si tratta chiaramente di un enorme limite che pregiudica la capacità degli enti preposti alla tutela e alla valorizzazione di organizzare, proporre e comunicare su una base condivisa una pianificazione.

La crescita urbana degli ultimi due secoli, infatti, non ha tenuto conto né degli aspetti connessi al patrimonio culturale né dei rischi che il territorio poneva in termini di tutela o prevenzione (ambientale, sismica, idrogeologica, ecc.). L'espansione urbana non controllata e le speculazioni edilizie degli ultimi cinquant'anni, condotte anche in aree ad altissimo potenziale archeologico, hanno cancellato una parte consistente del patrimonio ancora conservato nel sottosuolo (Fig. 5). Una sorte analoga che condivide con molti centri storici regionali e italiani. Nonostante i recenti e importanti sforzi per fare fronte a questa situazione, infatti, la ricerca si pone ancora secondo un approccio estemporaneo, privo di pianificazione e, soprattutto, senza mettere in campo piani di collaborazione tra enti diversi e complementari verso un obiettivo condiviso. Parallelamente, è necessario



Fig. 5. Veduta aerea delle Terme dell'Indirizzo circondate da edifici moderni (Foto Giovanni Fragalà, IBAM-CNR).

notare che le amministrazioni pubbliche non sono sempre state ricettive nel comprendere le istanze e le questioni poste dalla ricerca e dalla tutela del patrimonio sepolto e invisibile.

Le problematiche sottolineate finora, in realtà, costituiscono una questione aperta non solo per Catania ma per molti contesti urbani regionali e italiani. Il dibattito sull'archeologia urbana, la valutazione dei depositi e lo sviluppo di sistemi per la gestione e la pianificazione, molto attivo in Italia centro-settentrionale tra gli anni settanta e novanta anche attraverso numerose esperienze esemplari, ha interessato solo marginalmente la Sicilia. Queste occasioni mancate sono ben evidenti nelle indagini condotte nei contesti urbani regionali che, ad esclusione di pochi complessi indagati e analizzati su parametri di alto profilo, non sembrano rispondere alle numerose questioni che pone il patrimonio archeologico urbano. L'impressione, infatti, è che la ricerca sia stata realizzata spesso con l'obiettivo di realizzare un'archeologia della città di volta in volta greca, romana, medievale, ecc., piuttosto che mirata alla definizione dello sviluppo diacronico dei fenomeni

sul lungo periodo. Questo approccio molto diffuso, spesso definito erroneamente "archeologia urbana", mostra in modo evidente la necessità di una inversione di tendenza.

Il progetto OpenCity intende rispondere alle problematiche dell'archeologia urbana di Catania e del suo patrimonio, emerso o invisibile, nelle sue quotidiane sfide con la città moderna, e le sue contraddizioni, attraverso la realizzazione di uno strumento utile alla conoscenza, alla gestione e all'analisi integrate dei dati sul patrimonio culturale, riportando al centro del dibattito tutte le istanze maturate nel campo dell'archeologia urbana italiana ed europea. La necessità di raggiungere questo obiettivo ha portato il team di ricerca alla creazione di una piattaforma informativa web su base geografica capace di gestire informazioni e dati validati scientificamente, che possono essere analizzati, integrandosi reciprocamente, per proporre interpretazioni, mappe tematiche, nuovi risultati scientifici. L'approccio seguito è molteplice. In primo luogo, la piattaforma è un sistema che supporta la multidisciplinarietà poiché è capace di fornire una base per l'inserimento di dati,

informazioni e prodotti sul patrimonio culturale e ambientale derivati da diversi settori scientifico-disciplinari anche molto diversi tra loro. La piattaforma, infatti, è stata realizzata allo scopo di fornire una lettura globale dei fenomeni storici, culturali e ambientali senza alcun limite cronologico e attraverso la loro particolare e unica collocazione nello spazio urbano. La piattaforma, inoltre, è stata realizzata come un sistema “open” per condividere dati scientifici e informazioni con enti, università e pubbliche amministrazioni al fine di migliorare l’analisi e la valutazione del patrimonio culturale e supportare lo sviluppo di una pianificazione condivisa e sostenibile della città. Il progetto OpenCiTy, infatti, fornisce la possibilità di acquisire dati e informazioni di pubblica utilità in tempi rapidi e consente una migliore conoscenza del contesto urbano al fine di migliorare la progettualità e la realizzazione di prodotti per i beni culturali e ambientali. La libera circolazione e condivisione di informazioni e contenuti sul patrimonio, inoltre, permette alle Pubbliche Amministrazioni un enorme beneficio in termini di

tempi e costi dei servizi, generando nella comunità una migliore valutazione dei risultati degli investimenti pubblici, soprattutto in termini di pubblica utilità. In particolare, la possibilità di condividere i prodotti delle attività condotte sul patrimonio realizzati da parte degli enti pubblici, in particolare quelli preposti alla tutela e alla salvaguardia dei beni culturali e ambientali, migliorerà la percezione e la valutazione degli interventi. La piattaforma, inoltre, permette di individuare i vuoti della ricerca e le aree a maggiore criticità nel tessuto urbano allo scopo di ricomporre le numerose fratture del centro storico della città. Sotto questo punto di vista, il Progetto OpenCiTy ha già da tempo avviato un programma per l’acquisizione di nuova documentazione, soprattutto attraverso l’impiego di metodi diagnostici non invasivi (GPR, ERT), a supporto della valutazione del potenziale archeologico con risultati importanti (Fig. 6). La piattaforma, inoltre, pensata e realizzata su Catania, è stata finora realizzata esclusivamente per il centro storico della città racchiuso entro le sue mura cinquecentesche e le immediate vicinanze. Essa,

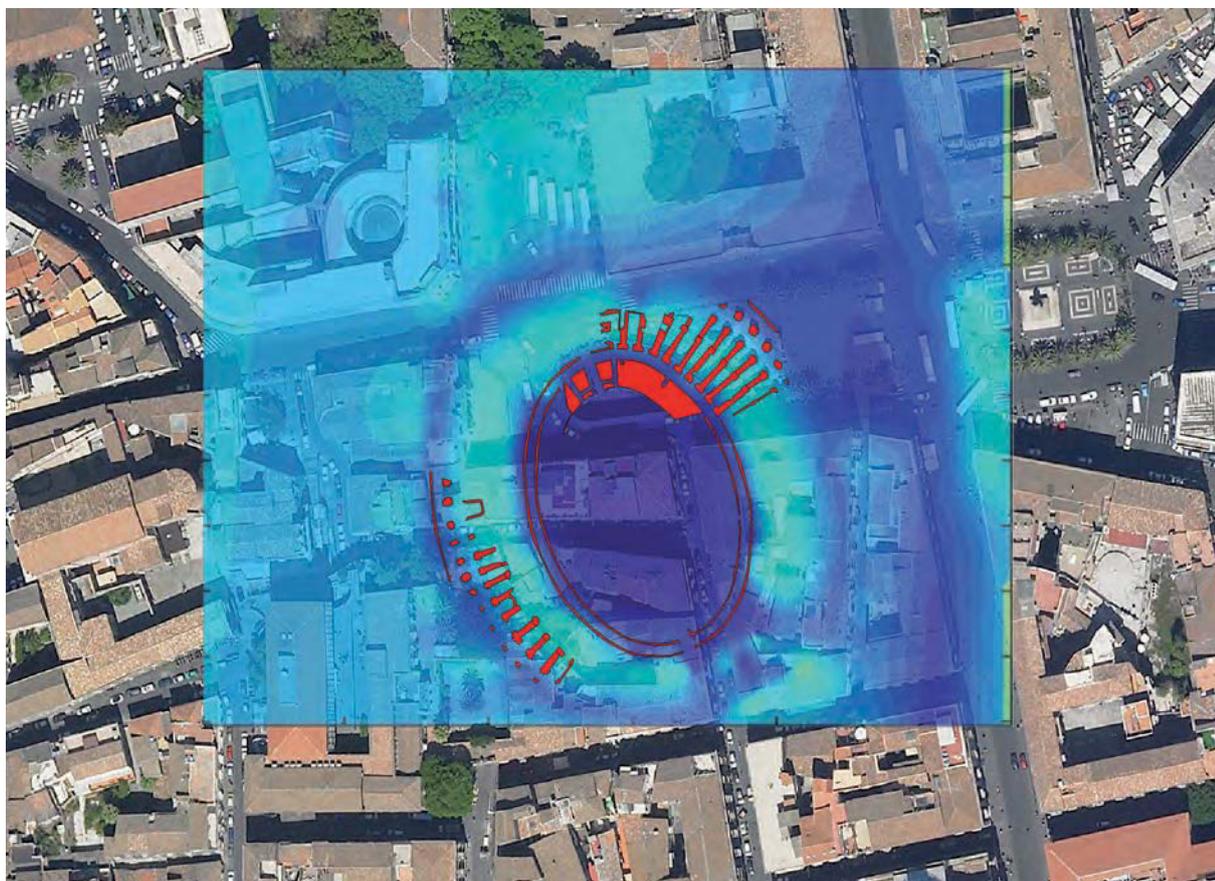


Fig. 6. Prospezioni geofisiche (Electrical Resistivity Tomography) che mostrano le strutture sepolte dell’anfiteatro romano di Catania (Elaborazione G. Leucci, IBAM-CNR).

tuttavia, sarà ampliata a tutta la superficie del territorio comunale e potrà essere ulteriormente implementata attraverso l'inclusione dei territori dei comuni limitrofi della cintura metropolitana, senza limitazioni geografiche particolari.

Infine, La possibilità che informazioni e contenuti sul patrimonio culturale e ambientale possano liberamente circolare ed essere condivisi con utenti e aziende interessati in vario modo alla conoscenza, valorizzazione e fruizione rappresenta una assoluta novità nel contesto di Catania. Infatti, oltre alla collaborazione e al supporto delle Pubbliche Amministrazioni e degli enti di ricerca, il progetto intende sviluppare e stringere un nuovo rapporto con i cittadini, le associazioni, le aziende per rendere la comunità attiva, consapevole e informata attraverso una migliore conoscenza del proprio patrimonio e una maggiore capacità di accedere ed utilizzare le informazioni.

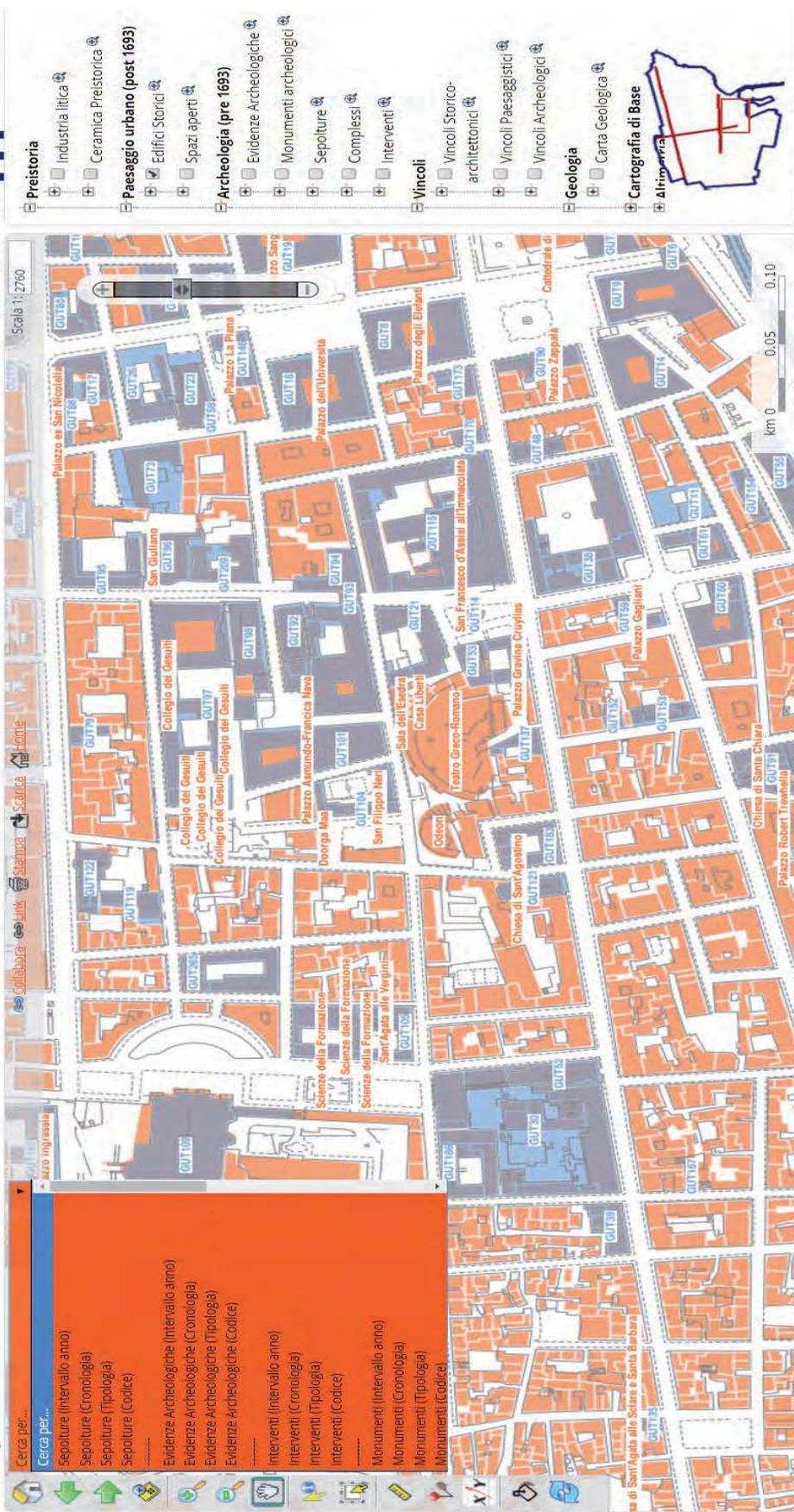
OpenCity Project. Appunti per un *Archaeological Information Modelling*

L'importanza di metodologie e strumentazioni capaci di integrare e gestire, attraverso processi di condivi-

sione e co-progettazione, dati e informazioni provenienti da settori, professionalità e ambiti disciplinari differenti, costituisce il principale motivo della sempre maggiore diffusione in ambito edilizio, architettonico e ingegneristico di strategie ricadenti all'interno di un *Building Information Modelling* (BIM), il cui fine è una migliore progettazione, realizzazione e manutenzione di infrastrutture e costruzioni sia in ambito pubblico, che privato. Sebbene un BIM non sia riducibile ad un mero applicativo, ma si basi su un modello di codifica, analisi e rappresentazione della realtà per certi aspetti alternativo ai metodi tradizionali, è indubbio il ruolo prioritario che la componente software e la sempre più ampia disponibilità di banche dati digitali costituiscono, ai fini di una progettazione condivisa e del supporto decisionale comunemente riconosciuti e presupposti come requisiti e vantaggi dell'adozione di un BIM. E' proprio ponendosi nella prospettiva di una stretta sinergia fra modello, dotazioni software e banche dati, che è possibile comprendere come non esista un unico *Building Information Modelling* da applicare staticamente e indifferentemente a qualsiasi



Fig. 7: Progetto OPENCiTy, Piattaforma GIS. Evidenze archeologiche e interventi di scavo (Elaborazione A. Mazzaglia, IBAM-CNR).



© 2014 - OPEN-CITY PROJECT CNR-IBAM - Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali

Fig. 8: Progetto OPENCITY, WebGIS. Livello informativo "Edificio storico". In alto a sinistra "Elenco filtri di ricerca" (Elaborazione A. Mazzaglia, IBAM-CNR).

contesto, ma come piuttosto ci si trovi di fronte un modello dinamico, la cui evoluzione si snoda attraverso differenti livelli di maturità, misurati sul grado di compartecipazione fra le varie discipline, sull'esistenza di norme, standard e modelli concettuali condivisi, su *repositories* federati e liberamente accessibili.

Se la progettazione e gestione di realtà non ancora esistenti, ma in buona misura ricadenti all'interno di un sistema codificato e ampiamente accettato di norme e valori, può essere facilmente ottenuto attraverso strumenti di modellazione parametrica, capaci di adattarsi dinamicamente ai cambiamenti di un modello conosciuto, come potrebbe essere la costruzione di edificio all'interno di un quartiere urbano in una qualsiasi delle nostre moderne città, costruzione che richiede la conoscenza e il rispetto di regole edilizie e di norme di qualità nell'utilizzo di materiali, ciò non accade quando i cambiamenti coinvolgono centri storici, frutto di un secolare processo di accumulo e sedimentazione di tracce. In questo caso costringere la complessa irregolarità e l'unicità di manifestazioni urbanistiche dotate di eminenti caratteri e valori storico-artistici all'interno della regolarità e degli schemi di algoritmi codificati, può avvenire solo a patto di snaturarne l'essenza, sacrificandone le peculiarità. La sfida diventa ancora più ardua quando dall'edificato d'interesse storico-artistico si amplia l'orizzonte di riferimento fino ad includere evidenze archeologiche, che molto spesso costituiscono le uniche tracce del passato millenario delle nostre città a lunga stratificazione di vita.

Eppure in un modello di progettazione concertata e condivisa, come quello presupposto da un BIM, non è possibile pensare di poter astrarre dall'integrazione di discipline e dal coinvolgimento di professionalità e relative metodologie, che nello studio, valorizzazione del patrimonio archeologico e storico-artistico dei nostri centri urbani hanno il loro principale ambito d'applicazione.

E' interessante notare come all'interno del paradigma evolutivo ideato e comunemente utilizzato per stimare il grado di maturità di un BIM, lo stadio finale, visto come vera e propria meta a cui tendere, sarà raggiunto solo con la piena collaborazione e integrazione di tutte le discipline, in un ambiente di lavoro e secondo un modello progettuale unico, dinamico e condiviso, che attinge a banche dati

centralizzate, liberamente accessibili, anche in remoto, e aggiornabili in tempo reale.

Quello che emerge, sebbene talora ad un livello di astratta riflessione, stimolata dai processi di digitalizzazione e sviluppo tecnologico in atto, è la necessità

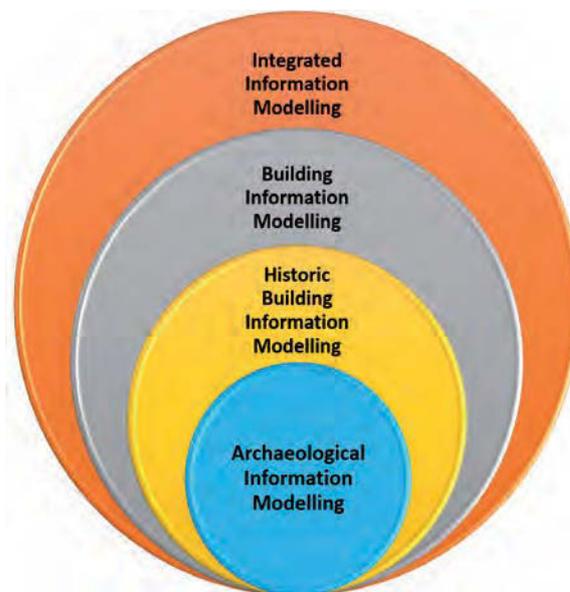


Fig. 9: Integrated Information Modelling.

di giungere ad una piena integrazione di dati e informazioni, sulla base di standard condivisi e secondo logiche che ne facilitino l'accesso e nel permettano l'analisi e il riutilizzo.

E' in tale prospettiva che si pone il progetto OpenCity, avviato ormai tre anni fa dall'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali del Consiglio Nazionale delle Ricerche, riunendo un team multidisciplinare intorno a un unico tema: la creazione di una banca dati, realizzata attraverso la raccolta, riorganizzazione e piena integrazione con ogni elemento dell'organismo urbano attuale, di tutti i dati relativi al patrimonio culturale, archeologico, storico e artistico della città di Catania (Fig. 7). L'obiettivo, semplice e al contempo estremamente ambizioso, mira alla costruzione di una piattaforma condivisa attraverso la quale ripercorrere, non in modo statico, ma dinamico, ogni fase evolutiva della città, dalla preistoria fino ai nostri giorni. L'idea è quella di creare un luogo virtuale, che possa porsi come copia digitale dello spazio reale, all'interno del quale diventa possibile generare conoscenza, sempre nuova e dinamicamente strutturata, sulla base della progressiva integrazione di differenti tipologie di dati, vecchi e nuovi; una

conoscenza capace di intrecciare i fili della micro storia e delle vicende quotidiane con le trame complesse dei fenomeni di lungo periodo, alla ricerca di dinamiche sociali, culturali, economiche, politiche delle comunità che si sono avvicendate nei medesimi luoghi occupati adesso dalla città moderna.

Proprio come la fisicità dei luoghi ha rappresentato, con la sua permanenza lungo i secoli, il principale fattore di continuità contro il fluire dei processi storici, allo stesso modo il dato spaziale nella sua esatta tridimensionalità si è posto, fin dalle prime fasi del progetto, come l'unico elemento capace di fornire un comune denominatore per l'eterogenea massa di materiali raccolti. Al cuore di OpenCity sta infatti una banca dati geospaziale, appositamente progettata per accogliere e mettere in relazione dal reperto archeologico nel suo contesto stratigrafico a vasti complessi monumentali; dall'edificato storico al tessuto urbano moderno; dagli strati geologici e idrologici, alle cavità che nel sottosuolo l'attività antropica o naturale hanno generato. Una piattaforma GIS, direttamente collegata alla banca dati, rappresenta l'ambiente di lavoro attraverso il quale analizzare i dati raccolti per produrre nuova conoscenza e per supportare, con carte di sintesi basate sul calcolo del potenziale archeologico, una pianificazione urbana sostenibile. Un WebGIS rappresenta infine lo strumento appositamente progettato per un libero accesso e per la piena consultazione dei dati raccolti, resi per la prima volta disponibili all'intera comunità (Fig. 8).

La piena integrazione di banca dati, GIS e WebGIS, elementi fondanti del progetto OpenCity, può essere letta come una proposta e insieme uno stimolo verso la definizione e realizzazione di un *Archaeological Information Modelling*, che possa porsi come un innovativo strumento di ricerca, di tutela, di valorizzazione del Patrimonio culturale. Ciò che si auspica, in ultima analisi, è la standardizzazione e l'estensione a sempre più numerosi ambiti disciplinari, di un modello di ricerca e progettazione urbana e territoriale che le moderne tecnologie possono oggi rendere effettivamente e realmente partecipata. Solo così, e sulla base di principi e obiettivi comuni, si può tendere verso la creazione di un *Integrated Information Building*, nell'ambito del quale poter far confluire e dialogare proficuamente i singoli ambiti di ricerca e discipline: architettura, urbanistica,

archeologia, storia, ingegneria, con ricadute positive in termini di tempi e costi, contemperando già in fase di progettazione, eventuali esigenze di tutela e valorizzazione (Fig. 9).

Ciò che occorre è un forte cambiamento di mentalità nella comunità scientifica e professionale, insieme a interventi legislativi più efficaci, sia in ambito europeo, che nazionale. La Direttiva Europea 2014/24/EU con il suo invito rivolto ai paesi membri ad un utilizzo del sistema BIM per la progettazione e realizzazione di opere pubbliche, costituisce una chiara presa di posizione in tal senso. Tuttavia molto resta ancora da fare e non si può che auspicare anche nel nostro paese, un'estensione delle norme nazionali che regolano appalti, così come interventi di archeologia preventiva, a settori e ambiti che vadano oltre l'attuale ambito dell'edilizia pubblica. Solo così da sparuti esempi di buona pratica a esplicita richiesta normativa, strategie e modelli partecipati di programmazione e pianificazione potranno mostrare, diffondendosi, tutte le potenzialità e benefici insiti in essi.

NOTE

¹ A. Valeri, *La cultura si fa in quattro. Le macro-aree delle politiche culturali nelle città italiane*, in *City-morphosis. Politiche culturali per città che cambiano*, a cura di M. Cammelli, P.A. Valentino, Firenze, 2011, pp. 47-52.

² La direzione scientifica del progetto "OPENCiTy" è di Daniele Malfitana. G. Cacciaguerra coordina il team di ricercatori e tecnologi sul campo e Antonino Mazzaglia coordina il team OPENCiTyLab. Il gruppo di ricerca è composto da: G. Cacciaguerra, C. Pantelaro, M. L. Scrofani (Archeologia), A. Mazzaglia (Database e GIS), V. Noti (Web-GIS), S. Barone (Hardware), G. Leucci e L. De Giorgi (Geofisica), G. Fragalà, D. Pavone, S. Russo, S. Iachello e G. Meli (Archeologia immersiva e multimedia), A. R. Di Mauro, (Ricerche storiche e archivistiche), L. Cutroni (Project Management).

CONFRONTO TRA FATTORI DI RISCHIO OGGETTIVI E SOGGETTIVI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA DELLE ROTATORIE STRADALI

di Natalia Distefano
Salvatore Leonardi e Giulia Pulvirenti*

Gli ultimi dati ISTAT, riferiti all'anno nel 2015, rivelano come in Italia si siano verificati 173.892 incidenti stradali con lesioni a persone, che hanno provocato 3.419 vittime e 246.050 feriti. Per la prima volta dal 2001, nel 2015 è cresciuto il numero di vittime rispetto all'anno precedente (+38, pari a +1,1%). Su tale incremento ha pesato l'aumento di morti per incidenti su autostrade e strade extraurbane. Una lieve flessione si è registrata, di contro, sulle strade urbane (1.495 morti; -0,7%), dopo la crescita del 5,4% tra il 2013 e il 2014. Fanno eccezione i grandi Comuni, per i quali, nel complesso, il numero di morti nell'abitato è aumentato dell'8,6%.

La guida su strada, dunque, è un'esperienza affetta da una certa dose di rischio, che per essere correttamente percepita richiede all'utente capacità più evolute e complesse di quelle necessarie per la valutazione del pericolo.

Valutare il pericolo è un processo relativamente semplice in quanto favorito dalla visione delle difettosità presenti nel tracciato (buche sulla sede stradale, segnaletica sbiadita o mancante, illuminazione carente, etc.) e dall'osservazione dei comportamenti inadeguati degli altri utenti (manovre azzardate, ignoranza delle regole di precedenza, velocità di approccio alle intersezioni troppo elevata, etc.). Percepire il rischio, invece, è un compito più difficile che richiede all'utente la capacità di analizzare non solo gli scenari che si presentano nel quadro prospettico realmente visualizzato ma anche di configurare se stesso all'interno di un contesto quasi introspettivo e, dunque, di rappresentarsi gli eventi, formulare ipotesi, essere emotivamente competente, rapportarsi e prestare attenzione agli altri.

Valutare il rischio d'incidente significa pertanto dotarsi di strumenti teorici e metodologici in grado di mettere in conto parametri di diversa natura, anche complessi, come quelli associati al fattore umano.

In effetti, anche gli studi sulla sicurezza stradale, svolti in maniera scientifica già da oltre un trentennio, concordano nel porre il fattore umano al vertice della triade composta dai fattori "uomo-veicolo-ambiente

stradale" dalle cui interazioni nascono i fattori scatenanti i sinistri stradali.

In quest'ottica anche il concetto di rischio ha subito negli anni una drastica evoluzione concettuale, che ha permesso di associare alla definizione classica di rischio oggettivo, cioè valutabile in funzione della probabilità che si verifichi un evento e della magnitudo delle sue conseguenze (inglobando, in tale definizione, anche il livello di esposizione), quella evoluta di rischio soggettivo (o percepito), considerato così come viene avvertito da un individuo che non ha in sé reale coscienza del rischio associato ad un dato evento.

La valutazione del rischio soggettivo è una questione particolarmente complessa che, nel caso degli eventi sinistrosi stradali, è condizionata dalla molteplicità dei fattori legati agli elementi dell'infrastruttura, alle condizioni di traffico, alle caratteristiche dei veicoli, nonché alle limitazioni fisiche, percettive e cognitive proprie del "guidatore-uomo". Tale figura, calata nel contesto dell'attività di guida, potrà essere influenzata da fattori di varia natura (stanchezza susseguente a parecchie ore di viaggio, difficoltà cognitive legate all'insorgere o al perdurare di malesseri o patologie, disturbi dell'età nel caso di guidatori anziani, etc.) che contribuiscono a formare nella sua mente una specifica idea di sicurezza/pericolosità. Non è detto, però, che tale idea sia quella aderente alla reale sicurezza/pericolosità del contesto stradale nel quale agisce l'utente, ed anzi potrebbe insinuarsi nel guidatore una percezione distorta di sicurezza che potrebbe degenerare in comportamenti inappropriati per due motivazioni diametralmente opposte: 1) per eccesso di presunzione di sicurezza (come manovre azzardate o velocità eccessive); 2) per sopravvalutazione del grado di pericolosità (comportamenti immotivatamente cautelativi come velocità "a passo d'uomo" o ritardi eccessivi nell'effettuazione di manovre nelle aree d'incrocio). È facile immaginare, infine, che, seppur con una frequenza limitata ma non trascurabile, i suddetti comportamenti inadeguati possano, a loro volta, dare origine a gravi fenomeni d'incidentalità stradale.

Esistono diverse tecniche per valutare la percezione del rischio da parte dei guidatori. Esse si possono sinteticamente suddividere nelle due seguenti categorie notevolmente diverse dal punto di vista dell'iter metodologico: 1) tecniche basate sulla misura di parametri fisiologici (si tratta di tecniche invasive che richiedono il monitoraggio di test-driver); 2) tecniche basate sulle interpretazioni di dati acquisiti attraverso strumenti non invasivi (questionari, cataloghi fotografici, scenari simulati, etc.).

Le misure del primo tipo si considerano invasive e dunque influenti sul comportamento di guida durante i test potendolo così renderlo innaturale, in quanto richiedono l'impiego di sensori o altre apparecchiature specialistiche come, ad esempio, quella per la misurazione dell'attività elettrodermica, da posizionare sul test driver.

In tempi più recenti sta però prevalendo l'utilizzo di procedure non invasive. Infatti, mediante le moderne tecniche di simulazione grafica degli ambienti stradali oppure tramite più semplici ricostruzioni fotografiche, è possibile creare diversi scenari caratterizzati da livelli di pericolosità variabili da sottoporre all'attenzione di campioni statisticamente significativi di utenti della strada. Attraverso interviste del tipo "faccia a faccia" (in situ) oppure mediante le moderne procedure on-line (in remoto), viene somministrato un questionario sintetico corredato di immagini simulate e/o fotografie, strutturato secondo domande mirate ad interrogare gli intervistati sul grado di pericolosità che essi percepiscono dall'analisi dei singoli scenari. I risultati dei questionari vengono poi assoggettati ad elaborazioni di tipo statistico e probabilistico, finalizzate all'individuazione delle condizioni di pericolosità prevalenti e/o alla determinazione delle variabili (geometriche, di traffico, ambientali, etc.) maggiormente influenti sulla percezione del rischio e sulla condotta di guida degli utenti.

Con il presente studio si intende proporre una procedura per la determinazione dei fattori di rischio presenti nelle rotatorie stradali esistenti, sulla base sia dei giudizi espressi dal punto di vista tecnico/ingegneristico da esperti del settore che da quelli oggettivamente espressi da un campione di utenti della strada adeguatamente selezionato. L'obiettivo finale è quello di selezionare, tra tutti gli interventi di adeguamento delle infrastrutture potenzialmente idonei a migliorarne il livello di sicurezza, quelli

risultanti dalla simultanea presa in considerazione di entrambi i giudizi.

È noto come le rotatorie rappresentino la tipologia di intersezione che, dal punto di vista del livello di sicurezza offerto e delle prestazioni operative garantite, gode del massimo consenso da parte dei tecnici del settore. Gli ingegneri esperti di progettazione e di sicurezza stradale sanno distinguere le eventuali difettosità in termini di sicurezza (fattori di rischio) presenti su certe configurazioni di rotatoria presenti sul territorio e, al contempo, sono in grado di selezionare quegli elementi progettuali che ben si prestano a garantire i requisiti minimi di sicurezza delle rotatorie, quali i raggi d'entrata o la larghezza della corona giratoria. L'obiettivo è quello di comprendere se anche gli utenti della strada sono in grado di percepire correttamente il livello di rischio insito nelle rotatorie realmente presenti nel territorio.

Gli scriventi, in qualità di esperti di sicurezza stradale e di progettazione geometrica delle intersezioni stradali, proporranno una lista dei fattori di rischio potenziali, utile a individuare le criticità presenti sulle rotatorie oggetto d'indagine e dunque a caratterizzare oggettivamente le condizioni di rischio presenti. Per la valutazione dei fattori di rischio soggettivo, invece, si farà riferimento ad una di quelle tecniche non invasive di cui si è detto precedentemente, basata sulla somministrazione di un questionario appositamente predisposto ad una serie di utenti scelti in modo da ottenere una numerosità statisticamente significativa.

Al termine del presente contributo verrà illustrato un caso studio riferito ad una rotatoria appartenente al tessuto viario periurbano della città di Catania.

Fattori di rischio oggettivi delle rotatorie

L'individuazione dei fattori di rischio oggettivi è il compito che spetta agli esperti del settore della sicurezza stradale che, facendo tesoro delle loro competenze e delle loro esperienze, sono in grado di mettere in atto una sorta di processo di auscultazione di una rotatoria dal punto di vista del livello di sicurezza offerto e, quindi, di evidenziare le criticità presenti.

L'esperienza e la competenza di cui si è appena riferito non potranno essere sostituite da nessuna procedura d'analisi più o meno standardizzata. Tuttavia, gli scriventi, nella consapevolezza che le loro conoscenze possano essere trasferite a beneficio

di altri tecnici specialisti di progettazione e adeguamento delle infrastrutture di viabilità e trasporto, intendono proporre una metodologia operativa, di semplice applicazione, in grado di consentire la definizione dei *fattori di rischio oggettivi* di un qualunque sito oggetto di studio attraverso il confronto tra le reali caratteristiche geometrico-funzionali dell'elemento infrastrutturale sul quale si sta indagando ed i cosiddetti *fattori di rischio potenziali*, razionalmente dedotti da studi di letteratura e rivisti ed integrati alla luce delle conoscenze specifiche degli autori del presente contributo e per i quali, in ogni caso, è comprovata la possibilità che essi possano generare incidenti stradali per configurazioni di rotonde simili a quella realmente presa in esame.

Il primo passo dell'iter procedurale che ha portato alla determinazione della lista dei fattori di rischio potenziali è consistito, quindi, nell'analisi critica di diversi studi di settore, prettamente sperimentali, aventi come obiettivo quello di individuare quegli elementi di rischio di incidentalità stradale relativamente a varie rotonde presenti sia in contesti infrastrutturali nazionali che internazionali.

Tra i difetti di progettazione, il fattore che costituisce il pericolo maggiore è risultato essere l'ampio raggio di deflessione (dovuto ad elevati raggi della corona giratoria, dell'entrata e dell'uscita) (Fig. 1); in tal caso, infatti, vengono a generarsi traiettorie percorse troppo velocemente (soprattutto quella di attraversamento di due rami opposti) con conseguenti rischi di instabilità dei veicoli isolati e di urti (prevalentemente tamponamenti) tra i veicoli in circolo.

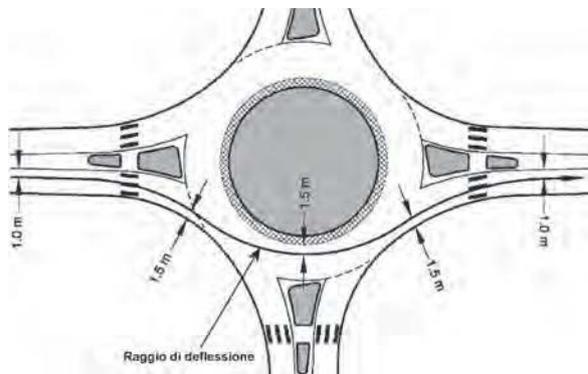


Figura 1 – Traiettoria di attraversamento e raggio di deflessione.

Altri fattori che contribuiscono a ridurre la sicurezza di una rotonda sono i seguenti:

- 1) le eccessive larghezze della corona giratoria (ciò favorisce la disposizione su file parallele dei

veicoli e l'ingenerarsi di pericolosi intrecci di traiettorie), delle entrate (con conseguente riduzione dell'auspicato rallentamento in ingresso) e delle uscite (le velocità in uscita possono assumere entità tali da creare fenomeni di instabilità trasversale dei veicoli e, inoltre, richiedere distanze di arresto non compatibili con il posizionamento di eventuali attraversamenti pedonali posti a valle delle uscite);

- 2) l'eccentricità dell'isola centrale rispetto alla traiettoria di entrata e un angolo di deviazione troppo piccolo in entrata (gli effetti sono gli stessi di quelli, descritti sopra, legati agli eccessivi raggi di deflessione).

Non sono poi da trascurare le condizioni di rischio legate alle rotonde a doppia corsia (in ingresso, sull'anello o in uscita) che possono dare origine a traiettorie tendenti a sovrapporsi pericolosamente. Infatti, il comportamento dei veicoli che si immettono sulle rotonde con doppia corsia d'ingresso è quello di mantenersi inizialmente sulla corsia a sinistra per poi spostarsi in quella di destra prima di giungere sulla linea di entrata, in modo da evitare più agevolmente l'isola centrale.

Il problema della sovrapposizione delle traiettorie può, inoltre, manifestarsi anche all'interno della corona giratoria (Fig. 2), quando cioè i veicoli in entrata dalla corsia di sinistra, si spostano successivamente sul lato destro della corona giratoria in prossimità dell'uscita, tagliando la traiettoria dei veicoli che si muovono lungo la corsia di destra (tale dinamica è pericolosamente agevolata dalla presenza di due corsie in uscita).

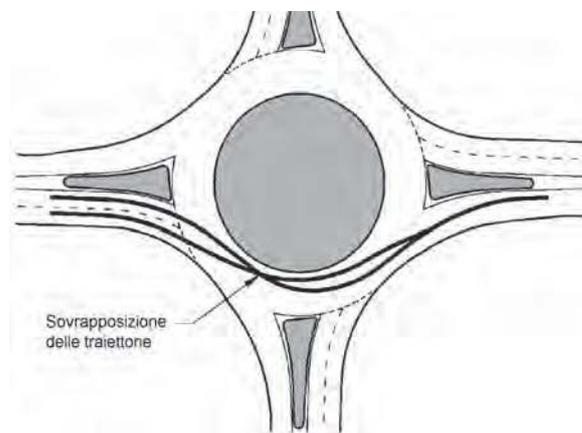


Figura 2 – Sovrapposizione delle traiettorie in caso di entrata a 2 corsie.

Un contributo fondamentale nella definizione del grado di sicurezza di qualsiasi tipologia di incrocio

stradale è rappresentato dalla segnaletica (orizzontale e verticale). Nel caso specifico delle rotonde, si è visto infatti che gli scenari incidentali teatro di sinistri causati dal non rispetto delle regole di precedenza, sono spesso caratterizzati da segnaletica errata, sbiadita o mal posizionata (tali condizioni costituiscono una causa ancor più frequente di incidentalità stradale durante le ore notturne).

Varie ricerche scientifiche mostrano, inoltre, che la mancanza di visibilità (del quarto di corona a sinistra del conducente che si sta immettendo in rotonda) rappresenta un ulteriore fattore di pericolo. Si ricorda in proposito che tale situazione si verifica in tutte quelle condizioni in cui le isole divisionali sono ingombrate da ostacoli - quali cartellonistica pubblicitaria, segnaletica verticale sovrapposta su più livelli oppure folta vegetazione - tali da rappresentare una barriera visiva (secondo il riferimento convenzionale che considera ostacolo alla visuale quello esteso trasversalmente per almeno 0,80 m) per l'occhio del conducente (posizionato ad un'altezza di 1,10 m rispetto al piano viario).

Un altro fattore di rischio rilevante ai fini dell'innescarsi di possibili fenomeni incidentali è rappresentato dalle scarse condizioni di aderenza del manto stradale in corrispondenza dell'entrata e dell'anello giratorio della rotonda. Tali condizioni di rischio risultano amplificate nel caso di condizioni di guida su bagnato. Alla luce delle considerazioni svolte fino a questo punto, mettendo anche in conto i contributi più rilevanti in termini di frequenza incidentale da parte dei diversi fattori di rischio (riferendoci principalmente al loro ruolo in termini di "fattori primari" di sinistralità) è stato possibile suddividere in 5 categorie gli elementi che possono costituire causa di incidente nelle rotonde: 1) caratteristiche geometriche, 2) segnaletica orizzontale, 3) segnaletica verticale, 4) condizioni della pavimentazione e 5) ambiente circostante. Nella tabella 1 sono riportati, per ognuna delle categorie sopra definite, i corrispondenti fattori di rischio potenziali.

Il passo successivo (e conclusivo) della procedura per l'identificazione delle criticità realmente presenti sulla specifica rotonda oggetto di indagine, prevede, come già anticipato all'inizio del presente paragrafo, la verifica in situ della presenza o meno dei fattori individuati nella lista dei fattori di rischio potenziali riportati nella tabella 1.

Il risultato di tale confronto darà propriamente luogo alla *lista di tutti i fattori di rischio oggettivi* dell'elemento infrastrutturale oggetto di studio.

Fattore di rischio: geometria
Ampio raggio di deflessione
Ampio raggio d'entrata
Ampio raggio d'uscita
Eccentricità dell'isola centrale
Eccessiva larghezza della corona giratoria
Doppia corsia sulla corona giratoria
Eccessiva larghezza delle entrate
Doppia corsia sul ramo di entrata
Eccessiva larghezza delle uscite
Ridotto angolo d'entrata
Elevata pendenza longitudinale
Errata configurazione dell'isola divisionale materializzata
Assenza dell'isola divisionale materializzata
Fattore di rischio: segnaletica orizzontale
Linea di arresto mancante o molto sbiadita o mal posizionata
Isola divisionale a raso sbiadita
Segnaletica orizzontale di separazione delle corsie mancante o molto sbiadita
Sosta consentita nell'area della rotonda
Isole della rotonda non visibili nelle ore notturne
Segnaletica orizzontale di margine mancante o molto sbiadita
Fascia sormontabile (a raso) inadeguata
Fattore di rischio: segnaletica verticale
Segnale verticale di "dare precedenza" mancante, scolorito o mal posizionato
Segnale verticale di "rotonda" mancante o inefficace
Segnale di "preavviso di intersezione a circolazione rotonda" (segnale verticale di indicazione) mancante
Segnale verticale triangolare di "pericolo" (con funzione di preavviso di rotonda) mancante
Delineatore speciale di ostacolo (segnale complementare) sull'isola divisionale mancante o inefficace
Segnale verticale di "preavviso di dare precedenza" mancante
Cartelli pubblicitari che creano distrazione agli utenti o che riducono/impediscono la visibilità
Fattore di rischio: condizioni della pavimentazione
Inadeguate caratteristiche di aderenza superficiale
Contaminanti sulla pavimentazione
Buca sulla carreggiata
Irregolarità superficiali
Fattore di rischio: ambiente circostante
Inadeguate distanze di visibilità
Elementi di arredo urbano mal posizionati
Attività commerciali situate nell'area della rotonda
Ostacolo sulla carreggiata
Accessi situati nell'area della rotonda
Eccessiva vegetazione sulle isole di traffico nella rotonda

Tab. 1 - Lista dei fattori di rischio potenziali per una rotonda stradale

Fattori di rischio soggettivi delle rotonde

Per quel che concerne il metodo di acquisizione delle criticità percepite dagli utenti su specifiche rotonde da prendere in esame, si è già rilevato come si reputino adatte le procedure non invasive basate sull'interrogazione diretta di un campione statisticamente significativo di utenti. Tale interrogazione può materialmente avvenire somministrando agli utenti una serie di domande appositamente predisposte con l'obiettivo di carpire in maniera quanto più

naturale possibile (evitando sia i quesiti “aggressivi”, che quelli potenzialmente “imbarazzanti”) le sensazioni in termini di rischio/sicurezza percepiti per l'infrastruttura stradale di interesse.

A tal proposito, si ritiene che la modalità più adatta allo scopo sia quella del sondaggio on line: l'Ente gestore della rotatoria potrebbe pubblicare il sondaggio nel proprio sito web e diffonderne la conoscenza tramite campagne informative, anche col supporto dei social network più popolari, arrivando così a coinvolgere il maggior numero possibile di cittadini. Tale modalità offre anche il vantaggio di registrare direttamente i dati in formato digitale e immagazzinarli mediante appositi software (database, fogli di calcolo), permettendo quindi di velocizzare notevolmente la fase di raccolta dei dati e, soprattutto, la fase di post-elaborazione e di analisi statistica degli stessi. Gli autori del presente contributo hanno portato a compimento la redazione di un apposito questionario contenente sia domande di carattere generale, cioè mirate ad acquisire informazioni sui dati anagrafici dell'intervistato e sul mezzo di trasporto usato più frequentemente, che quesiti appositamente predisposti per interrogare gli intervistati relativamente alla specifica rotatoria analizzata. Il questionario dovrà essere corredato di apposita documentazione fotografica utile a rappresentare la rotatoria da analizzare sotto diverse prospettive visuali.

Per quel che riguarda infine l'interpretazione dei risultati ottenuti tramite il sondaggio occorre ribadire l'esigenza di non limitarsi alla semplice statistica descrittiva delle risposte scaturite dal sondaggio. In tal modo, infatti, si rischia di dover commentare dati anomali perché falsati da risposte date “a caso” dagli intervistati, oppure fornite senza il giusto impegno e la corretta concentrazione.

Si suggerisce, pertanto, l'impiego di metodologie di campionamento statistico basate sulla modellazione preventiva, attraverso consolidati modelli di stampo probabilistico, dei dati scaturiti dal questionario somministrato al campione di utenti intervistati.

Tra le varie metodologie presenti in letteratura, il modello di regressione logistica multivariata rappresenta lo strumento più adeguato per il trattamento di dati provenienti da sondaggi così come testimoniato dall'ampio utilizzo in numerosi studi scientifici, svolti in diversi settori di ricerca non solo di tipo ingegneristico. Il risultato finale delle suddette elaborazioni sarà

costituito dalla *lista di tutti i fattori di rischio soggettivi* per la rotatoria in esame, rappresentati da quegli elementi geometrico-funzionali percepiti come critici. La particolarità della suddetta lista è che ciascun fattore di rischio in essa indicato sarà accompagnato dal valore (espresso in percentuale) della probabilità con cui tali fattori vengono giudicati critici dagli utenti intervistati (a loro volta differenziati in relazione alle loro peculiarità: abituali, non abituali, maschi, femmine, etc.)

Confronto tra i fattori di rischio oggettivi e soggettivi

Il confronto tra i fattori di rischio oggettivi e soggettivi, determinati con le procedure illustrate nei paragrafi precedenti, ha la pretesa, secondo gli scrittori, di consentire una stima qualitativa del livello di rischio offerto dalle rotatorie presenti nei diversi ambiti infrastrutturali, quanto mai realistica proprio perché genuinamente ottenuta dalla penetrazione di elementi di giudizio provenienti sia da tecnici del settore che da comuni utenti della strada.

Il solo giudizio dei tecnici, pur consentendo di individuare in maniera puntuale le diverse criticità presenti in una rotatoria, potrebbe, in certi casi, non permettere di ponderare con precisione il ruolo che tali criticità possono avere nel condizionare il comportamento effettivo degli utenti.

Per contro, il solo giudizio espresso dagli utenti della strada potrebbe scaturire da una sorta di concetto di sicurezza “personale” che, alle volte, può discostarsi significativamente dalle reali condizioni di rischio presenti, poiché può inglobare impropriamente sia il livello di soddisfazione derivante da altri vantaggi delle rotatorie non legati alla sicurezza, come la riduzione della congestione e la rapidità di attraversamento dell'incrocio, che, dualmente, il livello di insoddisfazione associato, ad esempio, ai rallentamenti imposti dalle curvature in ingresso o dal dover concedere la precedenza ai veicoli in circolo sull'anello.

L'applicazione della metodologia di confronto proposta, poiché permette la deduzione contemporanea dei fattori di rischio oggettivi e soggettivi, dunque, può effettivamente consentire ai tecnici di individuare per una specifica rotatoria, quegli elementi critici da punto di vista geometrico-funzionale, che una volta mitigati attraverso gli opportuni interventi di adeguamento, possono dar luogo ad un reale

miglioramento anche del grado di sicurezza realmente percepito dagli utenti.

La metodologia proposta, in definitiva, se collocata nel contesto della scarsità di risorse che purtroppo è ancora oggi prerogativa della nostra Nazione a causa dell'attuale congiuntura economica, può rivelarsi estremamente utile proprio per individuare le priorità d'intervento che permettano di allocare razionalmente le poche risorse che vengono messe a disposizione per la riqualificazione ed il potenziamento delle reti infrastrutturali stradali.

Caso studio: la rotatoria di Nesima sulla Circonvallazione di Catania

Al fine di meglio comprendere sia le modalità di applicazione della metodologia elaborata, che la pratica utilità della stessa, si propone il caso studio di una rotatoria appartenente al tessuto viario della città di Catania.

La scelta è ricaduta sulla rotatoria, riportata nella figura 3, ubicata lungo la circonvallazione di Catania (tra Via Lorenzo Bolano, Via Carmelo Florio e Via Miceli). Si tratta di una rotatoria a 4 rami, con diametro di 70 m e larghezza della corona giratoria di 9,9 metri, caratterizzata dalla presenza della doppia corsia sull'anello e su due rami in ingresso e in uscita (rami sulla circonvallazione); tale rotatoria è inoltre interessata da flussi di traffico piuttosto elevati nelle ore di punta soprattutto lungo la direttrice principale rappresentata dalla Via L. Bolano.



Figura 4 – Rotatoria oggetto di studio

L'analisi specialistica delle caratteristiche geometrico-funzionali della rotatoria ha consentito la definizione dei fattori di rischio oggettivi indicati nella tabella 2.

È facile evincere come le criticità presenti siano prevalentemente riconducibili alla conformazione geometrica della rotatoria, con particolare riferimento a quei parametri che, per la rotatoria in oggetto,

FATTORI DI RISCHIO OGGETTIVI	
<i>Nota: il simbolo presente in tabella (√) indica le corrispondenze con la lista dei fattori di rischio potenziali (cfr. Tab. 1)</i>	
Fattore di rischio: geometria	
Ampio raggio di deflessione	√
Ampio raggio d'entrata	√
Ampio raggio d'uscita	√
Eccessiva larghezza della corona giratoria	√
Doppia corsia sulla corona giratoria	√
Eccessiva larghezza delle entrate	√
Doppia corsia sul ramo di entrata	√
Eccessiva larghezza delle uscite	√
Fattore di rischio: segnaletica orizzontale	
Linea di arresto mancante o molto sbiadita o mal posizionata	√

Tab. 2 – Lista dei fattori di rischio oggettivi relativi alla rotatoria oggetto di studio

tendono a "velocizzare" le traiettorie di attraversamento dei rami diametralmente opposti e ad alimentare i conflitti tra i veicoli in circolo sull'anello giratorio.

Per l'acquisizione delle opinioni da parte degli utenti, si è scelto di utilizzare il metodo delle interviste "faccia a faccia" che prevedono un'interazione diretta tra l'intervistatore ed il suo interlocutore; tale metodo può sfruttare tutti i vantaggi e le potenzialità della comunicazione interpersonale, consentendo al contempo una maggiore libertà all'intervistatore che può fare interventi non previsti e chiarire eventualmente quei punti del questionario ritenuti dubbi dall'intervistato.

Le 194 interviste complessivamente svolte, sono state eseguite all'interno di diverse sedi dell'Università degli Studi di Catania (Cittadella Universitaria, Palazzo delle Scienze e Monastero dei Benedettini). Il campione di intervistati è risultato pertanto completamente di età giovanile (tra i 18 e i 35 anni); si è operata tale scelta considerando che da diversi studi emerge come i giovani siano, in genere, maggiormente favorevoli alle rotatorie rispetto ai patentati di vecchia generazione.

Il trattamento statistico dei dati mediante il modello di regressione logistica multivariata (probit) ha permesso di dedurre la lista dei fattori di rischio soggettivi per la rotatoria in argomento, riportata nella tabella 3.

Dall'analisi dei valori delle probabilità con cui i fattori di rischio sono stati individuati come tali dagli utenti intervistati, sono emerse le seguenti osservazioni ritenute più rilevanti:

- 1) la probabilità che gli utenti giudichino come fattore critico la doppia corsia sull'anello è quella più elevata (circa il 40% per nel caso degli utenti abituali e circa il 45% per i non abituali);
- 2) riguardo al tipo di mezzo di trasporto utilizzato più di frequente, la probabilità che gli automobilisti giudichino critica la configurazione della doppia corsia sull'anello è maggiore (circa 42%) rispetto al corrispondente valore di probabilità relativo ai motociclisti (circa 30%);
- 3) per quel che concerne l'influenza del deflusso veicolare, si osserva che in condizioni di traffico più congestionato, gli intervistati tendono a manifestare più insofferenza nei confronti della doppia corsia sull'anello. Per contro, in condizioni di deflusso scorrevoli, la probabilità che venga giudicata più rischiosa la doppia corsia in ingresso (34% circa) è nettamente più alta della probabilità associata alla criticità della doppia corsia sulla corona giratoria (19%).

In definitiva, dunque, la percezione del rischio da parte degli utenti della rotatoria di Nesima è fortemente spostata verso le condizioni di guida in presenza delle doppie corsie in entrata e sull'anello circolatorio. Anche il grande diametro della rotatoria viene percepito come un fattore di rischio significativo.

È interessante notare come le condizioni operative legate all'entità del traffico veicolare possano far variare il metro di valutazione delle condizioni di rischio per la rotatoria in oggetto. Infatti, in condizioni di rotatoria fortemente o mediamente congestionata, l'utente è portato a lamentare la rischiosità associata ai conflitti di traffico che possono rendere pericolosi gli intrecci di traiettoria che si generano sull'anello circolatorio per effetto della doppia corsia presente nell'anello medesimo. La situazione di traffico scorrevole, invece, porta gli utenti ad avvertire prioritariamente il livello di rischio corrispondente alla presenza della doppia corsia in entrata; ciò è sicuramente da imputarsi al fatto che, in tali condizioni, viene meno il ruolo della doppia corsia in ingresso come ampio canale per lo smaltimento delle code e per l'incremento delle prestazioni in termini di capacità e livello di servizio, e subentra, per contro, il ruolo di ampia corsia che invoglia molti utenti a cimentarsi in manovre di entrata eccessivamente veloci e dunque pericolose.

FATTORI DI RISCHIO SOGGETTIVI						
Utenti	Doppia corsia anello	Doppia corsia entrata	Diametro rotatoria	Illuminazione	Scarsa visibilità	Altre cause
FREQUENZA DI PERCORRENZA						
Abituali	39,93%	27,02%	14,67%	14,12%	0,68%	3,53%
Non abituali	44,81%	25,80%	13,31%	12,09%	0,54%	2,85%
SESSO						
Maschi	39,38%	27,16%	14,94%	14,39%	0,68%	3,67%
Femmine	42,23%	26,48%	14,12%	13,17%	0,68%	3,12%
MEZZO DI TRASPORTO						
Automobilisti	42,10%	26,75%	14,12%	13,04%	0,68%	3,12%
Motociclisti	29,74%	29,20%	17,65%	18,88%	1,09%	5,70%
Ciclisti	49,57%	24,58%	12,09%	10,32%	0,41%	2,17%
Pedoni	35,99%	28,11%	15,89%	15,62%	0,81%	4,21%
Utenti di bus	54,18%	23,22%	11,00%	8,83%	0,41%	1,63%
PERCORRENZA IN CONDIZIONI DI TRAFFICO PREVALENTI						
Sempre congestionate	37,35%	34,49%	6,52%	20,37%	0,00%	13,31%
Mediamente congestionate	51,47%	31,23%	5,30%	14,80%	0,00%	7,74%
Scorrevoli	19,01%	33,95%	7,74%	28,93%	0,00%	28,38%

Tab. 3 – Lista dei fattori di rischio soggettivi per la rotatoria oggetto di studio

Il confronto tra i fattori di rischio oggettivi e soggettivi relativi alla rotatoria di Nesima sulla circonvallazione di Catania, in definitiva, si conclude "in parità". Il *giudizio dei tecnici*, infatti, si traduce principalmente in un indirizzo programmatico finalizzato alla riduzione delle criticità associate ad una geometria che, a causa dell'ampio diametro, delle doppie corsie in entrata e in circolo e dell'eccessiva larghezza della corona e delle uscite, comporta l'instaurarsi di traiettorie percorse troppo velocemente e caratterizzate da pericolosi punti di conflitto di intersezione a causa della marcia su file parallele in corrispondenza dell'anello di circolazione.

Anche il *giudizio degli utenti* intervistati evidenzia le criticità associate agli stessi parametri geometrici di cui si è appena riferito. Si ribadisce, in proposito, come gli utenti sembrano davvero in grado di

percepire livelli di sicurezza differenti per effetto delle diverse condizioni operative legate al traffico veicolare: per flussi di traffico bassi, il rischio che si percepisce è quello direttamente associato alle condizioni di guida negli ingressi a 2 corsie, evidentemente caratterizzate da velocità non consoni (perché eccessive) a quelle che dovrebbero tenersi all'ingresso di una rotatoria; per portate veicolari medio/alte l'utente percepisce maggiormente le condizioni di rischio legate ai molteplici punti di conflitto presenti sull'amplessimo anello di circolazione.

Alla luce dell'analisi riferita al caso studio analizzato, risulta evidente che gli interventi di riqualificazione che occorrerebbe prioritariamente mettere in atto per migliorare la sicurezza della rotatoria esaminata, sono quelli finalizzati alla riduzione del numero di corsie in entrata e in circolo, nonché alla riduzione della larghezza della corona giratoria.

Occorre peraltro osservare che, la Normativa italiana (D.M. 19/04/2006) vieta l'impiego della doppia corsia sull'anello circolatorio, mentre ammette la doppia corsia sui rami d'entrata (Tabella 4).

Riguardo alla doppia corsia in ingresso che, come visto, viene percepita come un'importante criticità sia dagli utenti che dai tecnici, occorre notare come la sua presenza possa essere giustificata dalle esigenze prettamente legate alle prestazioni operative; si è infatti già osservato che un doppio canale sul ramo d'entrata contribuisca a velocizzare le condizioni di deflusso, oltre a ridurre le code ed i fenomeni di attesa.

	Mini rotatorie	Compatte	Convenzionali
Massimo numero di corsie in entrata	2	2	2
Massimo numero di corsie in uscita	1	1	1
Massimo numero di corsie sulla corona giratoria	1	1	1

Tab. 4 – Numero massimo di corsie per i 3 tipi di rotatoria previsti nel D.M. 19/04/2006

Nel caso della rotatoria in esame, in effetti, soprattutto nelle ore di punta, il livello di funzionalità della rotatoria è indubbiamente favorito dalla presenza delle due corsie sui rami d'entrata. Tuttavia, si ribadisce il fatto che, alla luce delle osservazioni svolte fino a questo punto, al peggioramento delle condizioni operative derivante dalla riduzione del numero delle corsie in entrata – peraltro avvertibile solo nelle ore di punta e in ogni caso ammortizzabile grazie al

contributo offerto dalla presenza delle corsie dedicate alla svolta a destra – corrisponderebbe un significativo incremento del livello di sicurezza che, a nostro modo di vedere, compenserebbe il subentrare di quelle disfunzioni associate alle condizioni di deflusso veicolare di cui si è detto.

Non è da trascurare, poi, l'esigenza di adeguamento della segnaletica orizzontale, segnalata come fattore di rischio da parte degli ingegneri specialistici. Tuttavia, tale criticità non impatta sulla percezione del rischio di incidente da parte degli utenti della strada alla stessa stregua delle criticità riconducibili alla conformazione geometrica della rotatoria. Dunque, in un regime di risorse limitate, com'è quello attuale, diventa ragionevole investire le prime risorse disponibili per l'adeguamento geometrico della rotatoria. Le risorse acquisite successivamente dovranno poi essere impiegate per gli interventi di adeguamento funzionale della segnaletica.

In definitiva, si ritiene che l'aver elaborato una procedura operativa in grado definire la scala di priorità degli interventi da mettere in atto sulla base di fattori di ponderazione derivanti dal livello di sicurezza percepito dagli utenti, possa costituire un passo importante per definire criteri razionali di allocazione delle risorse, dove il termine razionale deve essere inteso nel senso letterale del termine cioè, sulla base delle ragioni che, nel caso specifico, sono dupli- ci: quelle dei tecnici e quelle degli utenti della strada.

Bibliografia

- [1] S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo. Progettare le rotatorie. *Tecniche per la progettazione e la verifica delle intersezioni a circolazione rotatoria secondo il D.M. 19/04/2006*. EPC Editore. Roma, Maggio 2011.
- [2] S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi. *Progettare la sicurezza stradale. Criteri e verifiche di sicurezza per la progettazione e l'adeguamento degli elementi delle infrastrutture viarie: intersezioni, tronchi, sovrastrutture, gallerie, opere idrauliche, barriere di sicurezza, illuminazione, segnaletica ed interventi di traffic calming*. EPC Libri, Maggio 2009.
- [3] N. Distefano, S. Leonardi, G. Pulvirenti. *Rotatorie stradali: giudizio tecnico e opinione pubblica a confronto*. Strade & Autostrade, n° 3, Maggio-Giugno 2016.
- [4] H. Echab, N. Lakouari, H. Ez-Zahraouy, A. Benyoussef. *Simulation study of traffic car accidents at a single lane roundabout*. International Journal Of Modern Physics C, 01/2016, Volume 27, Fascicolo 1.
- [6] A. Montella. *Identifying crash contributory factors at urban roundabouts and using association rules to explore their relationships to different crash types* - Accident Analysis and Prevention (43) 2011.

IL DOPO “COP 21” LA RESA DEI “CONTI”

di Rosario Lanzafame*

È ormai condiviso ed accettato lo scenario che l'analisi termica relativa al riscaldamento globale del Pianeta ci ha restituito, dimostrando che l'anno 2015 è stato il più caldo rispetto alle temperature medie registrate nella storia recente del mondo, ovvero dal 1850, anno in cui si è sistematicizzata la procedura per la misura, con metodi scientifici, della temperatura del Pianeta¹.

Anche il 2016 sarà molto probabilmente un anno record per il riscaldamento globale². Per ripescare i primati precedenti non bisogna andare troppo indietro nel tempo: come già detto, sul podio ci sono il 2015 ma anche il 2014. **Tre anni di fila** con temperature bollenti, quindi. E allargando lo sguardo, ricorda l'ONU, tramite l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) che ha diramato questi dati, si può osservare che **i primi 16 anni del nuovo millennio risultano tra i più caldi della storia recente del Pianeta**, vale a dire da quando sono stati eseguiti rilievi attendibili delle temperature. Il rapporto mette insieme **le tre rilevazioni climatiche più importanti e affidabili**, effettuate dal Met Office Britannico, dal NOAA e dalla NASA statunitensi. A spingere verso l'alto la colonna di mercurio ha contribuito il fenomeno climatico di “El Niño”, ma il riscaldamento globale causato dalle “Emissioni di Gas Serra di origine antropica” resta il fattore principale. La prima e più palpabile conseguenza consiste **nell'aumento di eventi climatici estremi**, dalle ondate di calore alle inondazioni, che diventano sempre più frequenti ed anche più violenti. Per alcune aree della Terra, il rischio di caldo estremo è cresciuto anche di 10 volte. Secondo gli scienziati del WMO, le attività dell'uomo incidono pesantemente su almeno la metà degli eventi di questo tipo studiati negli anni più recenti. Tra le evidenze più preoccupanti dell'ultimo anno, figurano i picchi di calore che hanno infuocato Medio Oriente e Subcontinente Indiano (in Kuwait si è arrivati a ben **54 °C a Luglio**), la diminuzione della superficie dei **ghiacci dell'Artico**, ridotta al suo minimo storico, la **moria di coralli** nella Grande Barriera Australiana e ancora i **livelli di concentrazione di CO₂ in**

atmosfera, che nel 2016, non scenderanno sotto la soglia dei **400 mg/l** e nel mese di Maggio hanno raggiunto il picco di **407,7 ppm**³. Tutti fattori, questi, che tracciano un quadro estremamente allarmante. Ma il dato su cui occorrerebbe riflettere, a “COP 22”⁴, **concluso a Marrakech** a Novembre, con il tentativo di rendere operative le decisioni condivise l'anno scorso a Parigi, è la circostanza particolarmente grave e scoraggiante che il gradiente termico medio del Pianeta Terra, è oggi di **1,2 °C più elevato rispetto alla temperatura media registrata ai livelli pre-industriali**. Siamo, cioè, quasi oltre, la fatidica soglia degli 1,5 °C pattuita con l'Accordo di Parigi, che impone la limitazione del riscaldamento globale del Pianeta a meno di 2 °C. Una tendenza, quella certificata dal WMO, che continuerà senz'altro in futuro, anche se, come auspicabilmente ci si augura, nel corso dell'anno 2017⁵ tali manifestazioni estreme potrebbero attenuarsi, secondo quanto previsto dall'autorevole Agenzia dell'ONU. Negare l'evidenza scientifica che stabilisce una correlazione tra l'incremento della frazione climalterante dei gas serra emessi in atmosfera ed il riscaldamento terrestre, che provoca gli eventi climatici estremi, è **realmente preoccupante**. Ma vieppiù, l'adozione, da parte di qualcuno, di questo metodo autoreferenziale basato su convinzioni del tutto infondate, annunciando la possibilità di venir meno, in tutto o in parte, agli impegni derivanti dall'Accordo di Parigi⁶, (Clean Power Plan), **denota una totale mancanza di visione del futuro del Pianeta**⁷, **riaprendo la strada all'utilizzo massiccio delle fonti fossili**. Una partita importante si giocherà sul carbone⁸, la cui industria, negli anni scorsi, ha attraversato una crisi senza precedenti: ora, se per raggiungere la piena indipendenza energetica, negli Stati Uniti venissero eliminate le regolamentazioni introdotte dal Presidente Obama e ripristinate le norme che prevedono l'erogazione di **sussidi all'industria del carbone**, gli equilibri planetari potrebbero sensibilmente mutare: le implicazioni geopolitiche sarebbero notevoli, lasciando libero il campo ad un sostanziale e progressivo disimpegno militare e politico degli USA dal Golfo Persico⁹.

Proviamo allora a sviluppare un ragionamento convincente che, attraverso semplici valutazioni numeriche, basate su dati ufficiali e condivisi, e non **su opinioni**, ci chiarisca, una volta per tutte, la drammaticità della **situazione energetica del mondo**.

Nell'ipotesi di **"democrazia energetica planetaria"**, **dunque, di EQUA distribuzione dell'energia per l'intera Umanità** (ipotesi del tutto teorica che presenta i limiti del metodo statistico – lo ricorderemo nelle conclusioni cui perverremo alla fine di questo ragionamento), si può immaginare di calcolare quale dovrebbe essere il livello garantito di accesso all'energia, in termini di diritto al consumo orario per ciascun abitante della Terra. Atteso che al 2020, si prevede ragionevolmente che il Pianeta sarà popolato da circa **9 x 10⁹ persone** che impegneranno complessivamente **50 Gtep¹⁰** di energia annua (1 G = 10⁹; 1 anno equivale ad 8.760 h), si perviene facilmente al cosiddetto:

"consumo medio orario di energia per ogni abitante del Pianeta"

Energy Consumption (per inhabitant) = **26.547,48 kJ/(h person)**

Convertendo questo importante dato simbolico di riferimento in **"Potenza mediamente impegnata per abitante del Pianeta"** (in costanza dell'ipotesi di democrazia energetica), si ottiene un indice di potenza sintetico, di grande valore concettuale, che si indica con

$$P = 26.547,48/3.600 = 7,374 \text{ kW/person}$$

$$P = 7,374 \text{ kW/person}$$

Definendo, adesso, col termine convenzionale **"Power of Nourishment per inhabitant"** l'equivalente in termini di energia riferita alle 24 h del giorno, convertito in potenza, di cui necessita mediamente l'organismo umano per mantenersi in vita sul Pianeta (**P_N = 2.500 kcal/(day person)¹¹**), tale dispendio energetico giornaliero medio, corrisponde a circa **121,12 W/person**. Se, tale **valore nutrizionale**, viene comparato al livello di potenza **P** mediamente impegnata per abitante del Pianeta, prima calcolato, si ottiene un interessante quanto significativo rapporto:

$7.374/121,12 = 60,882$; dunque si può scrivere, con ovvio significato dei simboli:

$$P = 60,882 P_N \text{ con } P_N = 121,12 \text{ W/person}$$

Da questa analisi energetica, condotta, come detto in premessa, sulla base di ipotesi teoriche democratico-statistiche, discende inesorabilmente che impegnando in modo EQUO, la complessiva ENERGIA generata sul Pianeta (50 Gtep), i suoi abitanti consumano mediamente **oltre sessanta volte il livello pro-capite minimo di energia richiesto per vivere, all'organismo umano**.

Ne consegue, dunque, che immaginare di abbandonare l'utilizzo degli idrocarburi fossili, come unico comportamento intelligente da adottare a favore della mitigazione degli effetti del riscaldamento globale, (responsabile del disastro ambientale, conseguenza dei cambiamenti climatici), per puntare, massicciamente, sulle fonti di energia rinnovabile (RES)¹², significherebbe attenzione, erroneamente, una **sola faccia della medaglia**. È dunque indispensabile considerare l'altro aspetto fondamentale del problema, parimenti efficace per abbattere la CO₂, costituito dalla **riduzione consapevole dei consumi globali e dall'utilizzo intelligente dell'energia** richiesta per far fronte al fabbisogno energetico di TUTTE LE UTENZE. Ci si riferisce agli impianti elettrici, termici, frigoriferi ed al fabbisogno energetico degli edifici facenti parte del parco immobiliare a servizio della Pubblica Amministrazione, al comparto abitativo e residenziale, **al settore della mobilità sostenibile e dell'utilizzo razionale dell'energia nell'utenza finale**, sia nell'ambito industriale, sia nel settore agro-alimentare, etc. Insomma, seguendo il filo del ragionamento, risulta che ogni attività umana condotta con i metodi fin qui sviluppati e consolidati, impegni una **quantità di energia esorbitante**, se comparata con il valore simbolico **P_N** prima calcolato. L'esempio pratico appresso illustrato, che riguarda **soltanto uno** dei comparti più energivori legati alla **mobilità urbana individuale**, perviene, tramite semplici passaggi, ad una conclusione che dimostra, ancora una volta, **l'entità dello spreco energetico insostenibile, campione di inefficienza**, assolutamente inaccettabile, come modello di mobilità, da trasmettere alle future generazioni del Pianeta.

Una autovettura utilitaria, equipaggiata con motore a combustione interna tradizionale di cilindrata pari a 1 litro, con percorrenza annuale media urbana di **circa 30.000 km**, alla velocità costante di 50 km/h, impegna la potenza di almeno **50 CV¹³** (poco più di 36,75 kW) cui corrisponde, con il medesimo criterio democratico prima applicato, una potenza denominata (**Power for Movement Requirement¹⁴** indicata con P_M

$$P_M = 2,518 \text{ kW}$$

e ricordando che $P = 7,374 \text{ kW/person e}$

$$P_N = 121,12 \text{ W/person}$$

si ha:

$$P_M = 0,342 P$$

$$P_M \cong 21 P_N$$

Se adesso si analizzano i rapporti adimensionali 2.518/7.374 e 2.518/121, corrispondenti rispettivamente ad **oltre 1/3 e quasi 21**, si comprende molto chiaramente che un **considerevole livello di potenza viene impiegata mediamente per soddisfare il desiderio di mobilità di un individuo che utilizza un autoveicolo equipaggiato con propulsore a conversione termomeccanica classica** (oltre 1/3 della potenza totale disponibile per persona), potenza che, vieppiù, risulta mediamente **oltre 20 volte più grande, del minimo dispendio energetico giornaliero nutrizionale necessario per il sostentamento del corpo umano.**

Per quanto simbolici possano ritenersi i risultati a cui si è pervenuti seguendo il nostro ragionamento, condotto su base statistica, a giudizio di chi scrive, **essi invece appaiono assai efficaci** per dimostrare, in modo semplice, la necessità indifferibile di avviare una seria riflessione sul cambiamento epocale che potremmo conseguire, riconsiderando **radicalmente il modello di sviluppo energetico** fino ad oggi coltivato.

Appare chiaro, a questo punto, che si tratta essenzialmente di affrontare e risolvere un **problema di natura culturale**; perciò si suggerisce il lancio di una

campagna informativa finalizzata ad innalzare ancor più la sensibilità nei confronti della sostenibilità energetico-ambientale da parte del singolo individuo, accrescendone, nel contempo, “la confidenza” con l'utilizzo di certe **grandezze fisiche** (l'enigmatico “**Sistema Internazionale di Unità di Misura**” – **SI**) assai poco conosciute e quasi mai attensionate, che tuttavia è assolutamente necessario conoscere.

Infatti, malgrado i ripetuti appelli rivolti dalle **Istituzioni¹⁵** ai cittadini, con l'obiettivo di informarli e guidarli sempre più, verso la razionalizzazione dei fabbisogni energetici (a partire dagli impegni energetici domestici)¹⁶, che, dopo le precedenti considerazioni, **da stimolo e suggerimento dovrebbe trasformarsi in obbligo sia morale che legislativo**, una larghissima percentuale di consumatori, ancora oggi, purtroppo, **disconosce del tutto il proprio impegno reale di energia** sia a livello personale, sia in ambito familiare o, ancor più, in termini di consumo energetico complessivo di un edificio condominiale o di un grande residence extraurbano.

La ragione di tale circostanza discende da almeno due considerazioni principali appresso riportate:

a) l'impegno energetico dell'utenza viene quantificato in una unità di misura di non facile e intuitiva comprensione da parte dei non addetti ai lavori, come il “**chilowattora elettrico**” (kWh_e) o l'ancora più enigmatico e generalizzato “**chilojoule**” (kJ);

b) non sempre i costi dell'energia vengono imputati direttamente al consumatore finale (ad es. quando il riscaldamento è condominiale) ed inoltre la somma totale dell'energia che un individuo o una famiglia impegna e paga, si distribuisce su vettori energetici diversi e quindi anche su fatturazioni e bollette differenti: energia elettrica per i diversi usi, quali l'illuminazione, il fabbisogno termico, frigorifero, gli elettrodomestici, il gas metano per la cucina e/o riscaldamento, il gasolio, la legna, il pellets, etc., senza escludere i combustibili commerciali, liquidi e gassosi, per l'alimentazione dei motori a combustione interna d'autotrazione e non solo.

In tale contesto, la funzione informativa e formativa delle strutture territoriali a servizio dei cittadini (**Agenzie dell'Energia**) diviene realmente preziosa.

LO SCANDALO ENERGETICO

Se i valori medi mondiali simbolici relativi agli impegni energetici pro-capite, calcolati in maniera statistica e in regime di “*democrazia energetica*” sono stupefacenti in termini di spreco delle risorse energetiche del Pianeta, si può trovare di **peggio, molto peggio**. L'esempio energetico della città di Dubai, basato su dati reali, vale più di mille parole:

Dubai (Arabo دبيّ, Dubay, dal probabile significato “strisciare” o “lucertola” o “piccola locusta”) è la città capitale di uno dei sette emirati che compongono gli Emirati Arabi Uniti.

Si tratta di una immensa distesa sabbiosa di estensione unica nel Pianeta¹⁷, oltre 2.000.000 di km² situata nel deserto Arabico, considerata “**la coperta bollente del mondo**”. Questo DESERTO è un sub continente distaccatosi, milioni di anni fa, dalla placca Africana per effetto delle intense attività vulcaniche. Conseguentemente, presenta assoluta scarsità di risorse naturali, poche biodiversità e fauna praticamente inesistente, con una temperatura esterna che, nella stagione estiva, supera facilmente i 50-55 °C. In tale contesto l'uomo moderno senza scrupoli, ha creato Dubai, la città piena di contraddizioni, con la più elevata popolazione; il secondo più grande emirato per area, dopo Abu Dhabi.

Dubai è la città che ha superato ogni limite, generando uno sviluppo urbanistico gigantesco. Dal 1992 ad oggi, Dubai si è trasformata da anonimo centro adagiato sul Golfo Persico, frequentato prevalentemente da pescatori beduini e cercatori di perle, ad avveniristica METROPOLI audace e spregiudicata, costituita da una fitta rete di enormi autostrade ad otto corsie e dai grattacieli più alti del mondo, affiancati da megastrutture di servizi inimmaginabili. Fino all'anno 2006, oltre il 20-22% di tutte le più grandi costruzioni al mondo, erano ubicate in tale città e tale trend è ancor oggi inarrestabile; probabilmente si continuerà a costruire, soffocando ettari ed ettari di deserto, sotto migliaia di tonnellate di cemento armato ed acciaio, in vista di EXPO 2020.

Ma come è stato possibile tutto ciò?

Il Governo non potendo contare sui benefici economici del petrolio, non presente come risorsa endogena rispetto agli altri Emirati, ha puntato tutto sul **turismo**, non solo di lusso, ed inoltre sul

commercio, non solo finanziario ma anche immobiliare e tecnologico, escogitando l'istituzione delle cosiddette “*FREE ZONE*”, aree dedicate alla libera iniziativa economica, completamente esente da tassazione. Tale circostanza ha costituito l'esca più allettante per attivare moltitudini di investitori e capitali stranieri accorsi in gran numero.

Risultato: negli ultimi due lustri, la città di DUBAI ha letteralmente stravolto il suo “SKYLINE”. Si è accelerata la corsa al “GIGANTISMO” per conseguire una serie di record. Basti pensare al grattacielo denominato “*Burj Khalifa*”. Presentato al mondo il 4 Gennaio 2010, il Burj Khalifa con i suoi **828 metri**, ha conquistato il primato di **grattacielo più alto del Pianeta**, alla data della sua inaugurazione.

Alcuni dati numerici impressionano e rendono unico questo paese: solo il 20% della popolazione è locale, mentre l'80% proviene da Paesi stranieri (in primis India, Pakistan e Bangladesh); la catena alberghiera Jumeirah ha circa 23.000 addetti e il solo **Burj al-Arab**, che è la **struttura alberghiera più lussuosa al mondo, con 7 stelle, ne conta circa 1.600**.

Ma la circostanza più incredibile si è concretizzata nel 2008, anno in cui è stato inaugurato il “*Dubai Mall*” che costituisce il più esteso Centro Commerciale del Mondo. In un contesto in cui la temperatura esterna supera d'estate i 55 °C e l'**acqua potabile non esiste, ma bisogna desalinizzare l'acqua del mare**, si può usufruire di una IMMENSA STAZIONE SCIISTICA AL COPERTO!!! Non credo si tratti di una attrazione per turisti ma piuttosto dell'ostentazione di pochi frequentatori dell'effimera capitale del lusso sfrenato, che genera uno spreco dissennato di una quantità spaventosa di energia. Ma quale prezzo è stato pagato per far tutto ciò? Un prezzo veramente troppo alto. Un inimmaginabile gigantesco impegno di energia elettrica per alimentare questa sorta di inutile e pazzesco parco giochi del Pianeta (Fig. 1).

La comparazione tra le cifre è semplicemente scoraggiante e non ha bisogno di alcun commento. Orbene confrontare i **26.547,48 kJ/(h person) complessivi, con i 30 – 35 MWh/(year person)¹⁸ – oltre 50.000 kJ/(h person) – significa praticamente RADDOPPIARE il fabbisogno energetico teorico pro-capite del Pianeta, a fronte del soddisfacimento di “bisogni” a dir poco irragionevoli e bizzarri!!**

Ma vieppiù, se il confronto si estende, rapportando



Fig. 1 - Tralicci di sostegno delle innumerevoli linee di alta tensione per la trasmissione dell'energia elettrica a Dubai

tale abnorme impegno di potenza al valore simbolico PN, prima calcolato, sarebbe come affermare che ogni cittadino di Dubai SPRECA RISORSE PER IL FABBISOGNO NUTRIZIONALE DI ALMENO 120 PERSONE!!!! alle quali peraltro, riflettendo sulle ipotesi iniziali "dei conti", l'accesso all'ENERGIA è NEGATO¹⁹. Tutto ciò è francamente insostenibile sia sotto il profilo etico-morale che tecnico-scientifico. Il prossimo evento planetario, EXPO 2020, sarà celebrato in questa città a patto che i suoi Amministratori metteranno in atto azioni finalizzate alla riduzione di almeno il 30% di questi consumi elettrici pazzeschi, facendo inoltre ricorso alle RES, per ridurre l'impatto ambientale, avendo come obiettivo, l'esposizione internazionale, la dimostrazione della SOSTENIBILITA' AMBIENTALE ED ENERGETICA PER IL RISPETTO DEL PIANETA.

CONCLUSIONI

Quanto fin qui argomentato (*la resa dei "conti"*), dimostra chiaramente, attraverso considerazioni supportate da cifre che inchiodano le Classi Dirigenti di Governo del Mondo alle proprie responsabilità, che il modello di sviluppo energetico fin qui coltivato, non consentirebbe alle future generazioni di poter soddisfare i propri fabbisogni così come la generazione attuale.

Le ragioni per ben sperare nel cambiamento esistono (al netto degli annunci della nuova Amministrazione Americana che indicherebbero Rex Tillerson, attuale CEO del colosso Exxon Mobil, quale prossimo Segretario di Stato) e, per la verità, un grande passo avanti è stato compiuto dalla Diplomazia politica del Pianeta, grazie anche all'apporto della Comunità Scientifica Internazionale (IPCC), nell'ambito del COP 21. In realtà, nel 2015 con la Conferenza di Parigi, si è realizzata una grande alleanza tra i Governi, attraverso una convinta condivisione degli obiettivi finali tra quasi TUTTI coloro che sono respon-

sabili del TOTALE DELLE EMISSIONI. Si ricordi, infatti, che la scarsa efficacia delle azioni poste in essere, da oltre vent'anni, in termini di riduzione della CO₂, è derivata anche dalla limitatissima ampiezza degli accordi precedenti; è innegabile che il famoso Protocollo di Kyoto, era stato firmato dai rappresentanti dei Paesi che erano responsabili *soltanto* del 12% delle emissioni globali. Dunque, questa semplice osservazione lascia ben sperare per il prossimo futuro. In questo contesto di speranza ma anche di ferma volontà di azione²⁰ si esprimono di seguito, sinteticamente, le riflessioni conclusive che, se da un lato incoraggiano il cambiamento, dall'altro impongono l'attuazione immediata delle misure di mitigazione previste.

1) A Parigi si accordano 190 Governi che rappresentano il 93% delle emissioni globali del Pianeta alla presenza di 150 Capi di Stato che decidono assieme, in modo collaborativo, come affrontare il problema comune.

2) L'EFFICACIA: negli ultimi 40 anni le emissioni sono cresciute sempre di più; NON SONO MAI COSI' tanto cresciute COME NEGLI ULTIMI 10 anni; e tutto ciò è veramente PARADOSSALE!!!!. Vent'anni di negoziati e il risultato NON SI VEDE!!! Perché le emissioni non accennano a diminuire ma crescono ancora?

3) L'accordo di PARIGI mette fine a questa crescita. Il valore tendenziale delle emissioni dovrà RIMANERE COSTANTE in maniera tale che, all'anno 2030, **dovremo avere lo stesso livello di emissioni registrato nel 2015.**

4) Ciascun Paese ha assunto degli impegni (alla presenza dei Capi di Stato) per ridurre le proprie emissioni **in misura proporzionalmente diversa.**

Chi è più avanzato riduce di più – evidenziando in tal modo **responsabilità differenziate.** Anche i cosiddetti **“Paesi in Via di Sviluppo”**, per la prima volta partecipano, **accettando di contribuire.** In sostanza si è capito, ed era finalmente ora, (è proprio questa la novità importante della COP 21), **che la contrapposizione di un tempo non portava a nulla, vanificando ogni sforzo,** perché il cambiamento climatico impatta **fortemente sullo sviluppo sociale ed economico** e proprio i Paesi in via di sviluppo, hanno il **MAGGIOR BISOGNO DI ACCRESCERE LE LORO ECONOMIE** (Paesi africani, asiatici e latino-americani).

5) Dovranno essere investiti **100 miliardi di dollari USA per ogni anno a partire dal 2020 per sviluppare le azioni finalizzate alla mitigazione del clima.**

6) Il BACINO DEL MEDITERRANEO è uno snodo cruciale in questo articolato e complesso scenario epocale. Gran parte dei fenomeni **MIGRATORI, che difficilmente saranno in grado di controllare in questa area, hanno, in molti casi, origine proprio nel cambiamento climatico che provoca siccità (guerra per l'approvvigionamento dell'acqua), assenza di risorse alimentari, di raccolti finalizzati all'alimentazione degli animali; tutto ciò comporta inesorabilmente fame, miseria, malnutrizione, malattie e disperazione per questa povera Umanità.**

7) Nelle Isole FIGI si registra in anticipo ciò che succederà agli altri atolli corallini a seguito dell'innalzamento del livello delle acque.

Il fiume Rewa scorre nell'isola di Viti Levu, nell'arcipelago delle Figi. Il fiume nasce sul Monte Tomanivi e percorre 145 km fino alla Laucala Bay, nei pressi di Suva.

Più di duecento villaggi sorgono sulle sue rive e potrebbero, verosimilmente, scomparire del tutto, finendo per sempre sotto il livello dell'acqua.

NOTE

¹ Nel 1856 il chimico e Premio Nobel svedese Swante Arrhenius è il primo scienziato ad intuire l'esistenza di una correlazione tra l'anidride carbonica derivante dal processo di combustione di un idrocarburo fossile e l'incremento della temperatura terrestre legato all'alterazione delle proprietà dell'atmosfera attorno al Pianeta.

² I due effetti principali di questa causa sono combinati: da una parte l'incremento della temperatura del pianeta induce la dilatazione delle acque degli oceani che pertanto espandendosi si innalzano. Il livello del mare, inoltre, cresce a seguito dello scioglimento dei ghiacciai che da questo incremento di temperatura deriva. I risultati sono sotto gli occhi di tutti (ISOLE DEL PACIFICO - DELTA DEL FIUME REWA).

³ Nel 1958 sul monte Mauna Loa, nelle Isole HAWAII, il geochimico britannico Charles KEELING e l'oceanografo americano Roger REVELLE, misurano **per la prima volta il livello di CO₂ in atmosfera** che risulta essere pari a **310 ppm.**

⁴ “Conference of Parts” ovvero Conferenza dei Governi nell'ambito della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici – United Nation Framework Convention on Climate Change - UNFCCC .

⁵ Nel 2018 sarà pubblicato il rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che tenderà a indicare gli obiettivi che potranno essere raggiunti dai singoli Paesi e le relative politiche che dovranno essere adottate dai rispettivi Governi, per l'attuazione delle misure di contenimento. Il dossier dell'IPCC conterrà una valutazione dei modelli di sviluppo compatibili con il limite di incremento della temperatura previsto (1,5 °C) e ne analizzerà le implicazioni economiche. Inoltre, presenterà una previsione dei cambiamenti climatici e dei loro effetti su scala globale e regionale, in caso l'aumento della temperatura dovesse superare questa soglia (Consiglio di Bangkok del 21 Ottobre 2016).

⁶ Per la prima volta, in assoluto, dopo oltre 20 anni di mediazioni condotte sotto l'egida delle Nazioni Unite, che prevedevano l'adozione di provvedimenti i cui effetti si sono rivelati **scarsamente efficaci**, dal 30 Novembre al 12 Dicembre 2015 è stato firmato e condiviso da **196 partecipanti rappresentati da Capi di Stato e di Governo**, un **“Accordo giuridicamente vincolante ed universale sul clima”** accettato all'unanimità, riguardante le emissioni di gas serra. In tale quadro di cooperazione, i rappresentanti dei Governi si sono impegnati anche ad adottare le azioni previste dall'accordo, all'interno dei propri sistemi giuridici, attraverso la ratifica e l'accettazione delle clausole ivi contenute (New York 22 Aprile 2016).

⁷ Il contenuto dell'Enciclica presentata dal **Santo Padre il 25 Settembre 2015 a New York**, davanti all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite è stato salutato con particolare entusiasmo. Si tratta di un documento estremamente lucido e significativo scritto nel terzo anno di pontificato di **Papa Francesco**. La II LETTERA ENCICLICA **“LAUDATO SI’** (ispirata al canto di S. Francesco d'Assisi – *Laudato si' mio Signore per sora nostra madre Terra*). Il trattato recepisce la più avanzata conoscenza scientifica al mondo sui problemi inerenti il CLIMA GLOBALE ed i suoi

cambiamenti, l'ENERGIA e l'utilizzo delle risorse del Pianeta, quale "Casa Comune" da parte della "Specie Umana".

⁸ Le azioni finanziarie del comparto del carbone hanno reagito con euforia alla notizia della vittoria del nuovo inquilino della Casa Bianca, conseguendo un balzo in avanti dell'8,99% per l'indice S&P500 Coal & Consumable Fuels: le azioni della Peabody Energy Corporation, ad esempio, il giorno dopo il voto americano, hanno guadagnato quasi il 50% !

⁹ La futura politica energetica annunciata nel progetto di amministrazione del nuovo inquilino della Casa Bianca, alla voce ENERGIA, contempla chiaramente di liberare 5.000 miliardi di dollari USA di riserve di "Shale Oil" e "Natural Gas" e di porre fine alla moratoria alle trivellazioni sul territorio federale.

¹⁰ Convenzionalmente 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) universalmente stabilito con arrotondamento, per eccesso, pari a **11.628 kWh**. Parimenti secondo quando stabilito dall'AEEG, mediante conversione termomeccanica negli impianti di generazione in assetto combinato, questa energia termica si converte in energia elettrica con rendimento $\eta = 0,46$. Tale calcolo conduce all'equivalenza di conversione tra energia termica ed energia elettrica, che arrotondato per eccesso, fornisce la seguente identità energetica: **1 tep = 5.350 kWh**.

¹¹ Dispendio energetico **nutrizionale** umano giornaliero minimo convenzionale pari a $2.500 \text{ kcal}/(\text{day person}) = 10.465 \text{ kJ}/(\text{day person}) = 10.465/86.400 \text{ (s/day)} = \mathbf{0,12112 \text{ kW/person}}$.

¹² Fonti di Energia Rinnovabile (FER) indicate frequentemente utilizzando convenzionalmente l'acronimo (RES), che in lingua inglese si traduce "Renewable Energy Sources".

¹³ **50 CV/litro** corrisponde alla "Potenza specifica nominale" caratteristica di un MCI quattro tempi, quattro cilindri, della cilindrata complessiva di 1.000 cm^3 alimentato a combustibile fossile, equipaggiato con sistema di iniezione del combustibile.

¹⁴ Esempio del tutto indicativo: $30.000 \text{ km}/\text{anno}$ percorsi dal veicolo alla velocità media di $50 \text{ km}/\text{h}$, comportano un utilizzo del motopropulsore pari a $600 \text{ h}/\text{anno}$. La corrispondente energia erogata dal motore di trazione, **riferita alla persona** che utilizza il mezzo, sarà pari a $36,764 \times 600 = 22.058,40 \text{ kWh}$ equivalenti a $79.410,24 \text{ MJ}/\text{anno}$ che corrispondono **2,518 kW/person**.

¹⁵ Si cita a tal proposito l'attività istituzionale sviluppata dal 2010, a Catania, **dall'Agenzia per l'Energia e l'Ambiente** in ambito territoriale e di Area Vasta, descritta puntualmente sul sito ufficiale "www.apea.ct.it".

¹⁶ I consumi specifici medi annuali complessivi degli edifici tradizionali, dagli attuali **200 – 220 kWh/(m² anno)**, **potrebbero essere efficacemente ridotti**. Si richiama in tal senso il contenuto della Direttiva Europea e con essa il **D.L. 63/2013**, che fissa, come data ultima il **31.12.2018**, termine entro il quale tutte le strutture occupate o di proprietà della Pubblica Amministrazione, ivi compresi gli edifici adibiti ad uso scolastico, dovranno essere ad "**Energia Quasi Zero**", (Near Zero Energy Building - NZEB), ovvero rispondenti a determinati canoni costruttivi all'avanguardia, con l'impiego di materiali classificati, secondo quanto previsto dalla Direttiva Europea 2012/27/UE. Si sottolinea che il fabbisogno energetico specifico medio annuo di

un edificio NZEB è pari a circa **1/10 del valore richiesto da un edificio tradizionale**, collocandosi nella fascia di impegno energetico compresa tra **20 e 30 kWh/(m²anno)**.

¹⁷ Il Rub' al-Kh 1 (**الربع الخالي**), ossia "Il quarto vuoto" ("quarto" inteso come "quarta parte"), è il secondo più grande deserto di sabbia del mondo. Ricopre il terzo più meridionale della Penisola Arabica. Ancora ampiamente inesplorato e praticamente disabitato, il deserto è lungo circa 1.000 km e largo circa 500 , con un'area totale di oltre 650.000 km^2 . Persino i Beduini ne sfiorano solo le zone marginali. Ciò nonostante esistono compagnie di viaggi che offrono escursioni assistite da GPS nel deserto. Il primo occidentale di cui si ha notizia che abbia attraversato il Rub' al-Kh 1 fu Bertram Thomas nel 1931. Successivamente fu esplorata da **Sir John Philby** e da **Wilfred Thesiger** che descrisse le innumerevoli peripezie dell'attraversamento nel libro "**Sabbie Arabe**". L'unico esploratore che sia realmente stato in grado di attraversarlo, in solitaria, è l'italiano Max Calderan.

Con temperature estive che vanno da **vari gradi sotto lo zero di notte, ad oltre 60 °C sopra lo zero a mezzogiorno**, e dune più alte della Torre Eiffel - oltre 330 metri - il deserto potrebbe essere **l'ambiente più inospitale del Pianeta**. In ogni caso, quasi ovunque la vita vi fiorisce. Si trovano infatti aracnidi, roditori e piante appartenenti alla famiglia delle succulente.

La desertificazione è progredita nel corso dei millenni. Prima che questa rendesse così difficoltose le rotte che lo attraversavano, le carovane del commercio dell'incenso passavano, in età preislamica, attraverso distese oggi virtualmente impercorribili, fino alla fine del III secolo d.C. circa. Si veda ad esempio la città perduta di Ubar (in arabo Wabar), che dipendeva da questo commercio.

In età a noi più vicine, invece, le due rotte carovaniere erano quelle "del Hij z", parallela al Mar Rosso, e quella più impervia "dell'Iraq". La prima metteva in collegamento lo Yemen al Mar Mediterraneo mentre la seconda l'Oman alla Mesopotamia.

¹⁸ Tali livelli di impegno energetico medio individuale annuo, vanno confrontati con i seguenti valori **REALI** medi continentali e nazionali: **6,5 – 7 MWhe/(year person)** dell'**Olanda** (media Europea), con **3,2 – 4,5 MWhe/(year person)** dell'**Italia** e con **2,3 - 3,2 (MWhe/(year person) – circa 1/10!!!)** in **Sicilia**.

¹⁹ Si desidera qui precisare quanto in premessa dichiarato al fine di interpretare correttamente i risultati a cui si è giunti; le ipotesi sulla base delle quali sono stati sviluppati "i conti" presuppongono una distribuzione equa dell'energia planetaria, ben sapendo che trattasi **dell'inganno delle "medie di Trilussa"**. Ciò dimostra che la situazione cui sono costretti a sopravvivere **MOLTISSIMI** abitanti del Pianeta, è realmente **assai peggiore** e senza una decisa inversione di tendenza, nella politica energetica del Mondo, nulla potrà migliorare in futuro.

²⁰ Recentemente i climatologi **Kevin Anderson** e **Glen Peters** con una memoria pubblicata sulla rivista **SCIENCE** – sottolinea che "l'unico modo per rispettare gli impegni di Parigi è sottrarre CO_2 dall'atmosfera": peccato che non siano ancora disponibili le necessarie tecnologie **a buon mercato** per applicare, su larga scala, tale azione, essendo i processi di cattura ed immagazzinamento della CO_2 ("**Carbon Capture and Storage**" - CCS), ancora troppo costosi.

L'INFLUENZA DEI MEZZI PESANTI NELLA MANUTENZIONE DEI PONTI

di Giuseppe Galizia
Francesco Nicosia

I PONTI

I ponti rappresentano dei punti ad alta specificità delle infrastrutture stradali; spesso rappresentano l'anello debole della catena.

E' indispensabile che le Amministrazioni gestori della rete stradale istituiscano al loro interno il "Servizio Ponti e opere d'arte" cui affidare il servizio di monitoraggio.

Tale servizio diventa di importanza strategica soprattutto perché non si è mai avuta la cultura della "manutenzione", i rari interventi che si sono eseguiti sulle opere d'arte scaturiscono da eventi eccezionali ma mai programmati. Inoltre è bene ricordare che quasi tutto il patrimonio delle opere d'arte stradali italiano ha ormai superato i 50 anni e presenta manifesti segni di invecchiamento.

Le normative cui deve sottostare la progettazione di un ponte sono molteplici spaziando da quella statica, idraulica, stradale etc.

Nella progettazione strutturale dei ponti stradali rivestono particolare importanza i modelli di carico da applicare; tali modelli sono concepiti e calibrati in modo da riprodurre sulla struttura gli effetti caratteristici del passaggio del traffico veicolare reale. È evidente che la valutazione degli effetti del traffico veicolare pesante va condotto considerando anche gli "effetti estremi" delle azioni da traffico; esse richiedono non solo l'extrapolazione degli effetti ottenuti utilizzando i dati di traffico fluente, ma anche la riproduzione degli scenari di traffico più severi, nonché la loro ripetizione che possono indurre "fatica" nella struttura.

I carichi stradali previsti dalle varie Normative tecniche che si sono succeduti negli anni sono variati nel tempo; è quindi necessario porsi la domanda: i carichi previsti nelle strutture dei ponti costruiti nel periodo del boom economico (che rappresentano il quasi totale del patrimonio strutturale italiano) sono compatibili con i carichi previsti dalle NTC ?

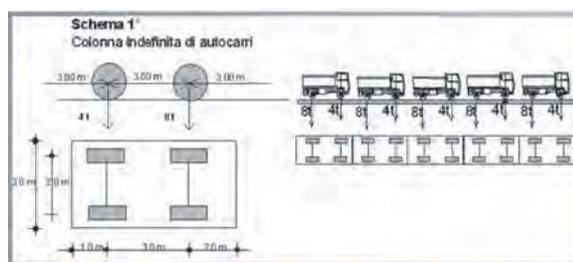
A tal fine si analizzano le varie normative che si sono succedute nel tempo confrontando i carichi da applicare:

- Normale n. 8 del 15/09/1933: per i ponti che

dovevano reggere i carichi militari si indicava lo schema II di carico, corrispondente al peso dell'obice 305/17 di 92 ton comprensivo del carrello e motrice.

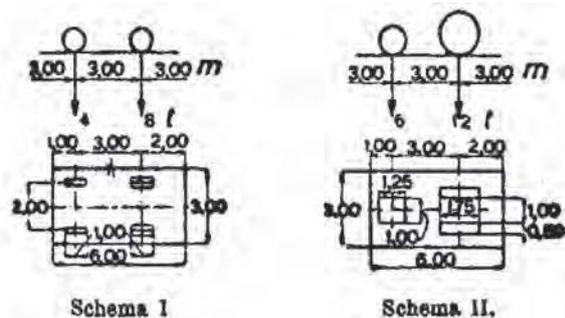


- Normale n. 6018 del 09/06/1945: dopo la guerra veniva abolito lo schema di carico militare; si prevedeva lo schema di carichi civili consistente in una colonna indefinita di autocarri da 12 ton, con assi da 8 ton e 4 ton alternati ed equidistanti di 3 metri; si prevedeva inoltre il transito di un rullo compressore da 18 ton.

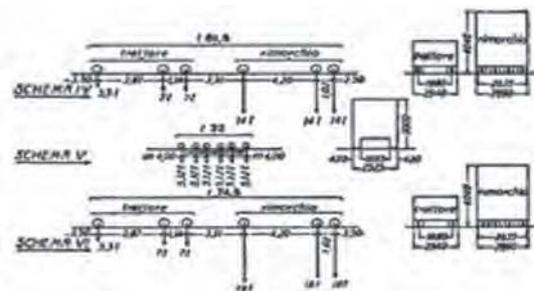


- Circolare n. 384 del 14/02/1962 "Norme relative ai carichi per il calcolo dei ponti stradali" riportavano i seguenti schemi relativi a mezzi isolati:

Carichi civili



Carichi militari



La larghezza della corsia di ingombro trasversale degli schemi di carico è da considerarsi di 3,11 m. per gli schemi 1 e 2, mentre risulta di 3,50 metri per tutti gli altri.

Le norme individuano due categorie di ponti:

1° categoria: strade destinate al transito di carichi civili e militari

2° categoria: strade destinate al transito dei soli carichi civili (strade di interesse locali e vicinali)

Nella norma era previsto l'introduzione di un coefficiente (maggiore di 1 per luci fino a 100 m) da applicare ai carichi mobili per tenere conto delle azioni dinamiche che esse generano. La norma era caratterizzate dalla semplicità di applicazione in quanto erano allegate delle tabelle in cui erano trasformati i carichi concentrati in carichi ripartiti equivalenti.

La normativa del '62 è stata l'ultima normativa per la quale si evidenziasse il significato fisico dello schema di carico.

Dopo circa un ventennio viene emanato il Decreto Ministeriale n. 308 del 02/08/1980 "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali" che a differenza del precedente non riporta la schematizzazione di veicoli, ma riporta solo indicazioni su carichi ripartiti da applicare:

q1A) Colonna di carichi tipo A, rappresenta un carico ripartito disposto, ai fini dei calcoli delle strutture principali, lungo l'asse di una corsia di ingombro.

L'intensità q1A del carico, in t/m, si esprime in funzione della lunghezza L di calcolo, in m, nel modo seguente:

$$q1A = 2,89 + 52 / L \text{ per } L < 40 \text{ m};$$

$$q1A = 4,35 - L / 250 \text{ per } 40 < L < 400 \text{ m};$$

$$q1A = 2,75 \text{ per } L > 400 \text{ m}.$$

q1B) Colonna di carichi tipo B, rappresenta un carico ripartito disposto, ai fini dei calcoli delle strutture principali, lungo l'asse di una corsia di ingombro.

L'intensità q1B del carico ripartito, in t/m, si esprime in funzione della lunghezza L di calcolo, nel modo seguente:

$$q1B = 0,40 + 27 / L \text{ per } L < 15 \text{ m};$$

$$q1B = 2,23 - L / 500 \text{ per } 15 < L < 400 \text{ m};$$

$$q1B = 1,43 \text{ per } L > 400 \text{ m}.$$

La lunghezza L che compare nelle espressioni di q1A e q1B è la lunghezza delle stese di carico che si prendono in esame, caso per caso, per le verifiche.

La norma individua tre classi di ponti in funzione della lunghezza ($L < 40 \text{ m}$, $40 \text{ m} < L < 400 \text{ m}$, $L > 400 \text{ m}$) con intensità di carico che ovviamente diminuisce al crescere della lunghezza.

Nella norma i ponti stradali vengono suddivisi in tre categorie:

1° categoria: ponti progettati per il transito di tutti i carichi mobili

2° categoria: ponti progettati per il transito dei carichi q1B ed altri

3° categoria: ponti progettati per il transito dei carichi esclusivamente pedonali

Il numero della colonna di carico da considerare nel calcolo dei ponti di I e II categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza nonché gli eventuali marciapiedi non protetti di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in m 3,50. In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale non sia inferiore a 5,00 m o comunque, per essere la via in curva, non consenta l'affiancamento di due veicoli.

Per i ponti di I categoria si devono considerare:

Una colonna di carichi q1A

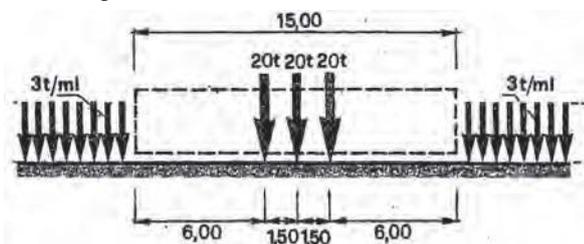
Una colonna di carichi q1B

Altre ulteriori colonne di carichi q1B compatibili con la larghezza della carreggiata ..., di intensità ridotta del 30%

In tale norma si ha la possibilità di utilizzare il metodo delle tensioni ammissibili o quelle agli stati limiti (ultimi e di esercizio); da un semplice confronto tra l'entità delle combinazioni dei carichi nei due metodi si evidenzia come la combinazione secondo le T.A. e quelle dello S.L.E. risultano tra loro confrontabili, mentre quelle ottenute agli SLU risultano circa il 40% più elevati.

Il D.M. 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme

tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali” riporta lo schema di carico seguente:



q1a) mezzo convenzionale da 60 ton distribuito su tre assi da 20 ton cadauno distante tra loro 1,50 m.

q1b) carico ripartito pari a 3 ton/m disposto ai fini del calcolo delle strutture principali, lungo l'asse di una corsia di ingombro.

La larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,50 m.

Sulla base dei carichi mobili ammessi al transito i ponti stradali si suddividono in tre categorie:

1° **Categoria:** ponti per il transito dei carichi mobili con il loro intero valore: q1a e q1b

2° **Categoria:** ponti per il transito dei carichi q1a e q1b ma con valori ridotti

3° **Categoria:** ponti per il transito dei carichi pedonali

Per i ponti di 1° categoria si devono considerare, compatibilmente con le larghezze delle corsie, una colonna di carico costituita dal carico q1a e al di fuori dell'ingombro di questo, da uno o più tratti di carico q1b, disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, lungo l'asse della corsia nel modo più sfavorevole; una seconda colonna di carico analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente al 50% di q1a e al 50% di q1b; altre colonne di carico analoghe alle precedenti, ma con carichi pari rispettivamente al 35% di q1a e al 35% di q1b.

In tale norma si ha la possibilità di utilizzare il metodo delle tensioni ammissibili o quelle agli stati limiti (ultimi e di esercizio). Confrontando l'entità della combinazione dei carichi secondo le T.A. e quelle dello S.L.E. si rileva che esse sono tra loro confrontabili, mentre quelle ottenute agli SLU risultano circa il 40% più elevati.

Dopo 10 anni con O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 “Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti” nulla è rinnovato relativamente ai carichi da applicare alle strutture, mentre veniva approfondita la

modellazione delle forze sismiche e la loro interazione con la struttura.

Nel 2008 con vengono emanate le NTC nelle quali l'intero capitolo 5 contiene i criteri generali e le indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali.

Sulla base dei carichi ammessi al transito, i ponti stradali si suddividono in tre categorie:

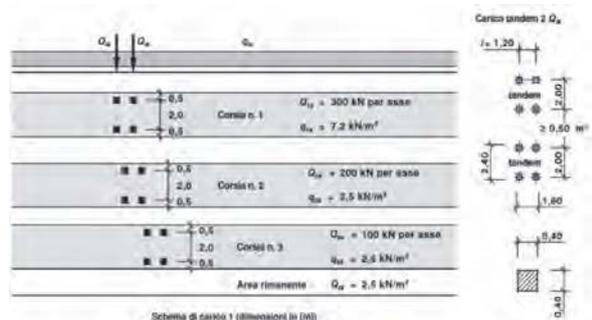
1° **Categoria:** ponti per il transito dei carichi mobili con il loro intero valore

2° **Categoria:** ponti per il transito dei carichi con valori ridotti

3° **Categoria:** ponti per il transito dei soli carichi pedonali.

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1° e 2° categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata. La larghezza di ingombro convenzionale per ciascuna colonna di carico è di 3,00 m.

Lo schema di carico 1 (quello più gravoso ai fini del calcolo dell'impalcato) è costituito da carichi concentrati su due assi tandem e da carichi distribuiti



Nelle NTC, ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si combina tra loro le azioni in “gruppi di azioni” attraverso i coefficienti per le azioni variabili ed attraverso i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

Da un confronto estremamente semplificato dei dati di carico riportati nelle varie normative si rileva che essi risultano tra loro compatibili, se si fa riferimento alle verifiche alle Tensioni ammissibile ed allo SLE, mentre i carichi previsti facendo riferimento alla combinazione di carico secondo gli SLU, mostrano chiaramente che essi risultano di molto superiori, fino a circa il doppio di quelli ottenuti allo SLE nelle NTC. I valori di carico incrementati agli SLU (soprattutto

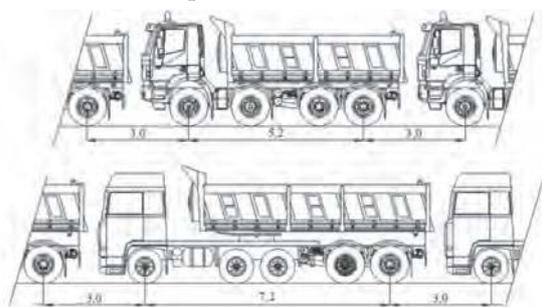
ANNO	T.A.	SLE	SLU
1962	Q		
1980	Q	Q	1,4*Q
1990	Q	Q	1,5*Q
2008		Q	2,0*Q

nelle NTC 2008) rispetto ai valori di carico agli SLE sono da intendersi una “riserva di capacità” che devono avere le strutture nei confronti dei carichi eccezionali o eventi eccezionali che richiedono alla struttura di attingere alle proprie “estreme risorse” prima del crollo. E’ possibile ritenere che lo SLU, più che una condizione di “funzionamento” rappresenta una condizione limite di azione, soprattutto se si confrontano le sollecitazioni esercitate dai mezzi pesanti ammessi a circolare sulle strade con le sollecitazioni derivanti dal calcolo allo SLU.

Si pensi al carico tandem che dovrebbe interessare la corsia (asse tandem da 60 ton con distanza 1,20 m), questo non trova riscontro con i limiti di massa imposti dal codice della strada (asse tandem 16 ton con distanza $1,00 < L < 1,30$ m).

Al fine di valutare il carattere cautelativo dei carichi previsti nelle NTC si può eseguire il seguente semplice esempio.

Se per ipotesi supponiamo di caricare un ponte con una fila indefinita di mezzi d’opera a 4 assi (40 ton) o con una fila indefinita di mezzi d’opera a 5 assi (56 ton), si potrebbe in modo semplicistico avere un carico distribuito pari a:



$$\text{Mezzo a 4 assi} = 40 \text{ ton} / (3,0 + 5,2) \text{ m} = 4,9 \text{ ton/m}$$

$$\text{Mezzo a 5 assi} = 56 \text{ ton} / (3,0 + 7,2) \text{ m} = 5,5 \text{ ton/m}$$

Nella condizione più estrema si ipotizza che il carico veicolare sia formato da una sequenza di mezzi d’opera da 56 ton posizionato in maniera continua su un ponte di lunghezza L, si calcolano le sollecitazioni flettenti massime in mezzzeria e si confrontano con le sollecitazioni massime che si avrebbero applicando il carico previsto dalle NTC 2008 allo SLU nelle condi-

zioni riferite al “gruppo di azione 1” e “gruppo di azione 2”.

Dal semplicistico diagramma di confronto si vede chiaramente che il momento flettente massimo dovuto all’ipotetico allineamento dei mezzi d’opera è minore del momento massimo allo SLU per luce del ponte inferiore a circa 25 metri, mentre per luci superiori a 25 metri il momento flettente massimo dovuto all’allineamento dei mezzi d’opera diventa superiore.

Il risultato riportato nel grafico scaturisce da una condizione estrema ed irrealizzabile ovvero carico del ponte costituito esclusivamente da mezzi d’opera allineati, però dimostra come le NTC risultino estremamente cautelative per ponti di luce inferiore a 25 metri che tra laltro rappresentano la quasi totalità dei ponti esistenti.

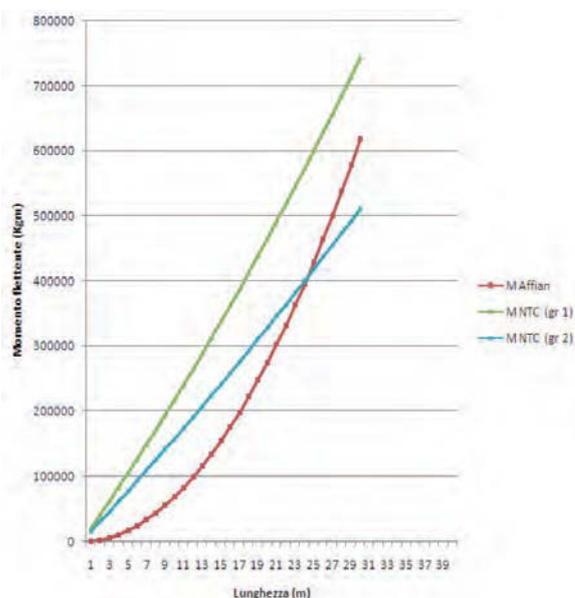


Fig. 1 Confronto sollecitazioni flettenti

Un’altra interessante considerazione è possibile eseguirla mettendo a confronto il valore del carico distribuito di un mezzo d’opera da 56 ton in allineamento sul ponte con il carico veicolare distribuito secondo la Circolare n. 384 del 14/02/1962 (schema 1 e 2 – Carichi civili, schema 4, 5 e 6 Carichi militari). E’ possibile vedere che i carichi militari previsti nella circolare risultano superiori al valore teorico di 5,5 ton/mq fino alla luce di circa 16 m, mentre poi risultano inferiori; mentre i carichi civili risultano inferiori a partire da luci di 4 metri.

Dall’analisi del grafico è possibile fare importanti osservazioni:

la circolare fa decrescere i carichi da applicare all'aumentare della luce, ciò a dimostrazione che più è grande la luce del ponte meno è probabile che esso sia interessato da una linea indefinita di carichi; i carichi previsti per luci di ponte di modeste risultano estremamente elevati, evento che deriva dalla impossibilità di distribuzione dei carichi concentrati; Dalla combinazione dei due diagrammi è possibile ricavare un confronto sintetico tra i valore dei carichi (trasformati in carichi equivalenti) allo SLU come gruppo di azione 1 (indicato con Q1 distr) allo SLU come gruppo di azione 2 (indicato con Q2 distr) allo SLE (indicato come Q SLE) ed il valore del carico Schema 6 della Circolare Normale n. 6018 del 09/06/1945.

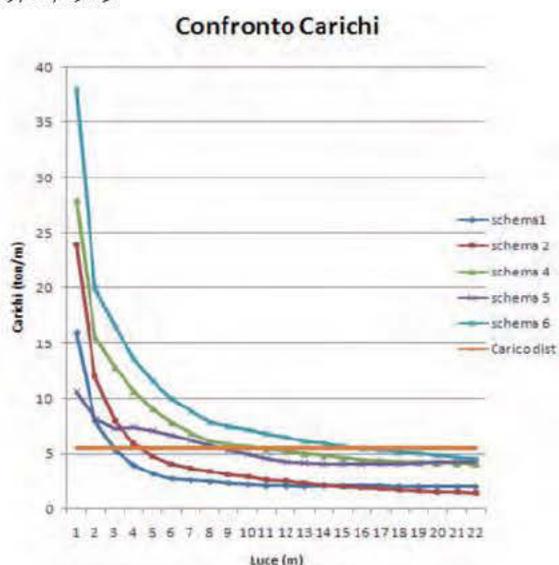


Fig. 2 Confronto carichi

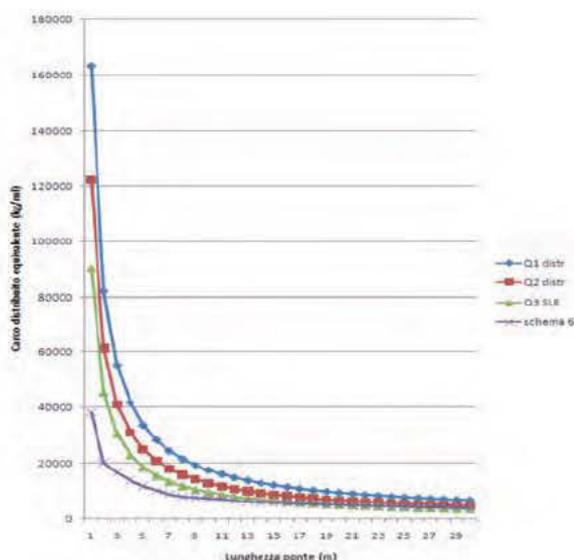


Fig. 3 Confronto carichi distribuiti equivalenti

Dal diagramma si vede che per ponte di luce superiore a circa 15 metri progettato utilizzando i carichi previsti nella circolare 1962 risultano compatibili con i carichi equivalenti distribuiti previsti nelle NTC allo SLE.

E' facile osservare che la prima parte del grafico presenta una instabilità numerica in quanto si è supposto che il carico veicolare concentrato Q_{ik} si applica in maniera puntuale alla trave che simula il ponte, senza operare alcuna ri-distribuzione di carico. Dalle semplici fatte si può affermare che i ponti esistenti costruiti fin dal secondo dopoguerra, che rappresentano la maggiore parte di ponti esistenti, se ancora integri, possono ancora essere considerati idonei (staticamente) in quanto i carichi con cui sono stati calcolati risultano compatibili con i carichi previsti per l'uso normale secondo le NTC; mentre occorrono opere di rinforzo strutturale per incrementare le caratteristiche meccaniche dei materiali poter soddisfare le sollecitazioni agli SLU e quelle dinamiche.

PROGRAMMA DI ISPEZIONE

I ponti come tutte le opere di ingegneria sono soggetti ai fenomeni di durabilità dovute all'invecchiamento ed all'usura e pertanto devono essere costantemente sorvegliate e monitorate durante tutto il ciclo di vita.

Naturalmente l'usura strutturale di un ponte è dovuta al transito dei mezzi pesanti ed alla loro frequenza (tanto che le NTC impongono correttamente anche la verifica a fatica). Il transito delle automobili non incide sulla parte strutturale del ponte interessando esclusivamente l'usura degli strati della pavimentazione.

Il primo approccio che occorre avere per valutare lo stato di efficienza di una struttura è l'attività di ispezione. Tale metodologia ben evidente nelle vecchie normative strutturali è trascurata nelle recenti norme. La Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 19 luglio 1967 n.6736/61/AI "Controllo delle condizioni di stabilità delle opere d'arte stradali" in premessa recitava: "Recenti gravi avvenimenti interessanti la stabilità delle opere d'arte e manufatti stradali ripropongono la considerazione della necessità di organizzare nel modo più efficiente il necessario controllo periodico delle condizioni statiche delle opere stesse. Nella frase appena letta si evidenziano due concetti fondamentali:

- già negli anni '60 si preoccupavano seriamente di ponti e viadotti;

• i “Recenti gravi avvenimenti”, testimonianza che spesso ci si dimentica del passato e che le opere di ingegneria non sono eterne.

La normativa successiva a cui fare riferimento per ricavare concetti di “manutenzione” è la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 25 febbraio 1991, n.34233 “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”.

L'art. 9.3 cita testualmente: “Gli Uffici Tecnici delle Amministrazioni proprietarie delle strade, o alle quali la gestione delle strade è affidata, devono predisporre un sistematico controllo delle condizioni statiche e di buona conservazione dei ponti. La frequenza delle ispezioni deve essere commisurata alle caratteristiche ed alla importanza dell’opera, nonché alle risultanze della vigilanza.”

Il D.M. 14/01/2008 – “Norme Tecniche per le Costruzioni” non riprende l’argomento, della ispezione delle opere d’arte citando soltanto al Cap. 8 – Costruzioni esistenti, par. 8.5.2 di “tenere presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.”

Però è indispensabile ricordare che a tutte le normative che si sono succedute negli anni, piene di buone intenzioni non è stato dato il giusto peso; sporadiche ispezioni sono state fatte nel tempo dalle Amministrazioni più per una voglia di conoscenza personale che per un rigoroso valore scientifico di controllo. Da rilevare che, anche le varie leggi di finanziamento che si sono succedute negli anni hanno fatto riferimento quasi esclusivamente alla esecuzione di “nuove opere”, raramente di recupero o ri-funzionalizzazione di “opere esistenti”..

Nell’ambito della propria autonomia organizzativa è indispensabile far rilevare come la Provincia Autonoma di Bolzano con il D.P. n. 41 del 28/11/2011 dal titolo, “Disposizioni tecniche sul collaudo sul controllo statico e periodico dei ponti stradali” definisce una metodologia di analisi e controllo dei ponti esistenti particolarmente interessante. Tale decreto individua in maniera esaustiva gli strumenti per una buona gestione del patrimonio delle opere infrastrutturali di competenza delle Amministrazioni pubbliche definendo in modo chiaro come cadenzare le ispezioni conoscitive dei ponti, quelle successive e specificando il ruolo delle prove di carico statiche e dinamiche che occorre eseguire sulle strutture durante la loro vita utile.

La norma, correttamente individua la conoscenza come una “attività dinamica”, stabilendo la necessità dell’aggiornamento dei dati.

Per ogni ponte l’ente gestore deve annotare i dati significativi sulla sua costruzione, sul collaudo, sull’ispezione e sui successivi interventi.

Le attività di ispezione e di manutenzione servono per:

- assicurare sicurezza nei confronti dell’incolumità dei singoli cittadini;
- assicurare regolarità dei transiti per un ordinato svolgimento delle attività produttive, commerciali e sociali;
- assicurare, in caso di calamità naturali (alluvioni e sisma) una buona capacità della rete infrastrutturali di fornire alternative di transito, con particolare attenzione alle attività strategiche di intervento.

Nella norma un ruolo importante viene assunto dalle **ispezioni visive** che sono considerate attività indispensabili che devono essere eseguite ad intervalli prestabiliti ed in modo rigoroso su tutti gli elementi di ciascuna opera.

Forse c’è una valutazione troppo benevola sulle ispezioni visive, però rappresenta il punto di inizio della fase ispettiva.

La prima fase dell’ispezione si concretizza nell’effettuare delle ispezioni visive accurate, durante le quali si effettua una raccolta di dati sistematica ed esaustiva riguardo a tutte le possibili condizioni di degrado. Affinché il processo di ispezione visiva rappresenti l’esatta fotografia della situazione della struttura, dei materiali costituenti e quella dei fenomeni di dissesto in atto al momento del sopralluogo, il processo di ispezione deve essere “normalizzato” mediante schede e tenere conto dei seguenti fondamentali aspetti:

- La condizione di tutti gli elementi che compongono la struttura;
- L’importanza che ogni elemento ha nei confronti del complesso strutturale;
- La tipologia di danno osservato;
- La gravità del danno;
- L’estensione del danno (lunghezza, superficie, volume);
- La localizzazione dei difetti rilevati all’interno dell’elemento ispezionato.

Le attività di controllo devono essere eseguite nel rispetto di una gerarchia correlata all’importanza del ponte:

- “**sorveglianza permanente**”: l’attività di normale

controllo del piano viabile eseguita dal personale cantoniere durante le normali attività giornaliere. Il controllo si limita al piano viabile e non riguarda le strutture sottostanti. Per tale attività non è necessaria la redazione di un verbale. In caso di anomalia va segnalata la necessità di un'ispezione.

- **“vigilanza”**: il controllo eseguito dal personale cantoniere ogni tre mesi, o in seguito ad un evento eccezionale, su tutte le opere censite e su tutti gli elementi visibili del ponte; nell'attività di vigilanza vengono segnalate per iscritto al Servizio centrale solo eventuali anomalie. In caso di anomalia va segnalata la necessità di un'ispezione.

- **“ispezione semplice”**: l'attività di controllo da eseguirsi ogni due anni da personale tecnico (livello tecnico minimo di capo cantoniere e/o geometra) su ponti di luce maggiore di 2,40 metri; di tale ispezione viene redatto apposito verbale, con assegnazione di una valutazione sugli elementi del ponte. I verbali e le valutazioni vengono inviati al Servizio centrale.

- **“Ispezione complessa”**: l'attività di controllo eseguita da personale tecnico su tutti i ponti di luce maggiore di 6,00 metri, al fine di elaborare dati oggettivamente confrontabili secondo gli standard adottati dall'ente gestore e nel rispetto delle prescrizioni di collaudo. L'ispezione complessa si effettua con le seguenti frequenze:

- ogni dieci anni, per luci fino a 10 metri;
- ogni sei anni, per luci fino a 20 metri;
- ogni tre anni, per luci maggiori di 20 metri;

Per ponti con particolari caratteristiche, l'ispezione e/o il monitoraggio sono da eseguirsi secondo le modalità e frequenze indicate nel collaudo.

La norma definisce anche una gerarchia temporali di controlli da eseguire:

- sorveglianza permanente à sempre
- vigilanza à ogni tre mesi
- ispezione semplice (ponti con $L > 2,40$ m) à due anni
- ispezione complessa (ponti con $L > 6,00$ m) à
- fino a 10 m ogni 10 anni
- fino a 20 m ogni 20 anni
- maggiore di 20 m ogni tre anni

Al fine di ottenere risultati statisticamente validi, la norma prescrive che:

- 1) il personale tecnico incaricato delle ispezioni semplici, anche privo di diploma di maturità, deve

avere un'esperienza almeno quinquennale nel campo delle costruzioni stradali e una formazione specifica, impartita dal Servizio centrale, per la valutazione dello stato delle opere e la compilazione dei relativi rapporti secondo standard adottati dallo stesso Servizio;

2) per le ispezioni complesse, il personale deve essere esperto del settore ed essere in possesso di un diploma di maturità o di una laurea, nonché dell'attestazione della frequenza di corsi specifici sul metodo di valutazione adottato come standard dal Servizio centrale.

Inoltre il decreto, cosciente che tutte le costruzioni possiedono una linea di decadimento di funzionalità individua sei classi di ponti caratterizzate sia dalla luce che dalla complessità della struttura.

L'elemento innovativo è stabilire che il collaudo statico effettuato a fine lavori e prima della messa in esercizio del ponte non ha “sempre validità illimitata”, anzi alcune tipologie di strutture deve essere rinnovato, ciò a dimostrare che il controllo sulla “resistenza” della struttura è una condizione da tenere sempre sotto attento controllo.

LUCE	Validità del collaudo Statico
fino a 2,40 m	validità illimitata
2,41 <L<6,00 m	validità illimitata.
6,01 <L<10,00 m	collaudo va rinnovato in occasione dell'ispezione complessa da eseguirsi ogni dieci anni
10,01 <L<20,00 m	collaudo va rinnovato in occasione dell'ispezione complessa da eseguirsi ogni sei anni
L > 20,00 m	collaudo va rinnovato in occasione dell'ispezione complessa da eseguirsi ogni tre anni
ponti con particolarità costruttive evidenziate nel collaudo iniziale	rinnovo o la conferma del collaudo si dovrà eseguire, a seguito di motivate condizioni tecniche, secondo le modalità prescritte direttamente dal collaudatore nel certificato di collaudo

Un altro elemento importante che viene evidenziato nel D.P. 41 è che la “valutazione della sicurezza dei ponti esistenti” va effettuata tramite calcolo analitico, sulla base delle caratteristiche meccaniche attuali dei materiali del ponte; ciò significa che per ogni ponte è indispensabile “ricostruire” lo schema di calcolo e verificare lo stato tensionale indotto sugli elementi strutturali (utilizzando le caratteristiche meccaniche dei materiali in sito), ed in particolare per ponti fino

a 6,00 m basta il calcolo analitico di verifica e la prova di carico, mentre per ponti di significativa importanza è necessario anche la caratterizzazione dinamica sia teorica che sperimentale.

Questo punto è l'elemento focale su cui ruota il D.P. 41 della Provincia Autonoma di Bolzano, ovvero richiedere all'ingegnere strutturista di percorrere all'indietro la "realizzazione del ponte", per effettuare le operazioni di verifica attualizzate ad oggi.

I livelli di sicurezza del ponte secondo il predetto D.P. 41 vanno commisurati alle eventuali conseguenze del collasso della struttura.

Vengono definiti tre classi di conseguenza:

- **"CC1 low"**: ponti di luce netta del singolo elemento strutturale fino a 6,00 metri, con meccanismi di duttilità e mensole con aggetto massimo carrabile fino a 1,25 metri, le cui deformazioni sono individuabili prima del collasso (archi e travi in semplice appoggio).

- **"CC2 medium"**:

a) ponti che non ricadono in CC1 a causa di particolari caratteristiche esecutive,

b) ponti di luce del singolo elemento strutturale da 6,01 metri fino a 20,00 metri,

c) ponti di qualsiasi luce con meccanismi di duttilità (deformazioni evidenti prima del collasso), con traffico giornaliero medio (tgm) inferiore a 8.000 veicoli, nonché mensole con aggetto carrabile superiore a 1,25 metri con tgm inferiore a 8.000 veicoli.

- **"CC3 high"**:

a) ponti che non ricadono in CC2 a causa di particolari caratteristiche esecutive,

b) ponti di luce superiore a 20,00 metri con traffico superiore a tgm 8.000 veicoli e mensole con aggetto carrabile superiore a 1,25 metri con tgm superiore a 8.000 veicoli.

In centri abitati con popolazione superiore a 10.000 abitanti, considerata la bassa percentuale di mezzi pesanti rispetto al

traffico leggero, il valore tgm viene aumentato da 8.000 a 16.000.

Raggruppando in una tabella è possibile far rilevare che:

- per ponti di piccola luce (inferiore a 6,00m) è possibile prevedere che i livelli di sicurezza possono essere ridotti fino ad ammettere un carico di transito che rispetti il limite delle tensioni degli stati limiti di esercizio per la condizione rara.

- per ponti di luce modesta (6,00m < L < 20,00m) è

possibile prevedere che i livelli di sicurezza possono essere ridotti fino ad ammettere un carico di transito che rispetti il limite delle tensioni degli stati limiti di esercizio per la condizione rara, solo se si prevedono adeguate attività di monitoraggio e controllo

- per ponti di luce elevata (>20,00m) i livelli di sicurezza devono essere conformi ai valori previsti dalle norme di progettazione per i ponti nuovi.

	Luce (m)	Livelli di sicurez. transito veicoli	
CC1	<6,00	SLE comb.Rara	
CC2	6,00<20,00	SLE comb.Rara	Controlli
CC3	>20,00	SLU	

Sebbene il D.P. 41 della Provincia Autonoma di Bolzano ha carattere "individuale" è bene in questa fase ricordare che già il Catasto Stradale istituito con il D.M. 01/06/2001, che sarebbe dovuto diventare lo strumento centrale del Sistema Informativo Stradale, prevedeva già di archiviare le informazioni della rete stradale in modo codificato per raggiungere due ordini di risultati:

1) rendere più veloce ed efficace la gestione delle strade (costruzione e manutenzione) e di tutti gli adempimenti connessi (segnaletica, disciplina del traffico, ecc.);

2) rendere possibili alcune attività il cui svolgimento è normalmente difficoltoso e dispendioso (censimento dei manufatti accessori, censimento della pubblicità, controllo delle occupazioni di spazio pubblico ecc.).

Il Catasto stradale come strumento di previsione delle esigenze di manutenzione doveva diventare il fulcro su cui concentrare l'attività di programmazione della manutenzione, soprattutto per passare da una logica di manutenzione a posteriori a una logica di manutenzione programmata.

Inoltre il Catasto strade, obbligatorio ai sensi di legge (art. 13 comma 6 del Codice della Strada: "gli Enti proprietari di strade sono obbligati a istituire e tenere aggiornati la cartografia, il Catasto delle strade e delle loro pertinenze") sarebbe dovuto diventare uno strumento indispensabile per valutare, per ogni singola strada, mediante degli indicatori il "grado di efficienza" della infrastruttura per poter poi stabilire attraverso un "coefficiente di priorità gli interventi" da eseguire.

MODELLO DI GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

Le strade sono caratterizzate da un parametro fondamentale definito “sicurezza di percorrenza”, tale valore decresce con il decadimento delle caratteristiche della strada.

Quando il divario tra il valore ottimale di sicurezza di percorrenza e il valore di sicurezza reale diventa eccessivo è un chiaro che un'infrastruttura sta invecchiando e richiede opere di manutenzione o ammodernamento.

Come ogni altro bene, l'infrastruttura stradale ha bisogno di cure regolari, manutenzione, modernizzazione e rinnovi in modo tale da continuare a fornire ai cittadini il livello di servizio che sono autorizzati ad aspettarsi e a mantenere il suo valore per la società. Questo richiede investimenti regolari nell'infrastruttura soprattutto perché molte infrastrutture stradali raggiungono un valore critico soprattutto per la costante evoluzione del volume del traffico veicolare pesante, che può portare ad un declino irreversibile del livello della qualità e della sicurezza che le strade sono tenute a offrire, insieme alla drammatica perdita di valore di questo patrimonio sociale essenziale.

Il seguente diagramma dimostra che, investendo e agendo regolarmente nelle strade, i costi totali sono significativamente minori rispetto a quello che si spenderebbe se si attendesse maggiormente il declino degli standard.

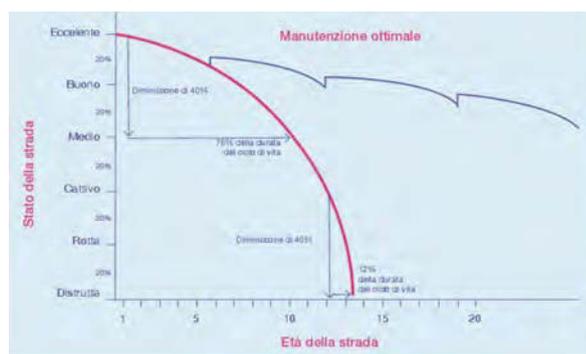


Fig. 4 Manutenzione programmata

La manutenzione preventiva deve essere programmata ed effettuata mediante la programmazione degli interventi. La manutenzione deve essere rivolta soprattutto a quelle opere, come i ponti, in cui il degrado non segue un andamento lineare, ma precipita irrimediabilmente verso l'inutilizzo dell'opera.

Per raggiungere l'obiettivo della manutenzione programmata è richiesta una visione strategica sul ruolo delle infrastrutture stradali e sulla necessità che

essi siano “efficienti” anche durante gli eventi eccezionali come i terremoti.

La gestione del patrimonio infrastrutturale è un processo sistematico di manutenzione, ristrutturazione e funzionamento del patrimonio, che combina principi ingegneristici con pratiche economiche per pianificare e agire sulla base di decisioni a lungo termine che mirano a ottimizzare la manutenzione mantenendo i costi al minimo e che contribuiscono a modernizzare la rete stradale.

I ponti sono dei punti singolari caratterizzati da un alto valore intrinseco rispetto al resto del tracciato. Il degrado dei ponti, a differenza del piano viario, si manifestano solo a seguito di eventi eccezionali (urti, piene, cedimenti etc.), il degrado è spesso latente e può portare ad un degrado irreversibile del sistema strutturale. E' necessario al fine di una conoscenza di “efficienza” definire per ogni ponte un “indice di difettosità” pesato in funzione del tipo di ponte, del traffico etc per ricavare gli indicatori di rischio capaci di individuare le priorità di intervento.

L'incremento dei flussi di trasporti veicolari pesanti impongono per tutti i ponti una verifica preventiva per capire se essi possiedono ancora la capacità di sopportare le condizioni di lavori cui sono chiamati ad operare.

Riprendendo quanto detto dalla norma UNI 9910, che definisce la manutenzione come la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta, si comprende la necessità della definizione di un programma di manutenzione come di un documento programmatico redatto in base alle strategie di “funzionamento” dell'opera strutturale.

Un modello di gestione della manutenzione strutturale del ponte deve essere basato su quattro livelli di analisi: **livello 1:** Controllo generale del piano viabile e delle principali parti che compongono il ponte eseguito attraverso il cosiddetto “giro di zona” dal personale periferico durante la normale attività di controllo della rete, senza compilare alcun documento.

livello 2: Tutti i ponti devono essere ispezionati da personale opportunamente formato, mediante la compilazione di “schede semplici” con cadenza almeno biennale. Le schede dovrebbero riportare un numero definito di possibili difetti e per ogni difetto i possibili valori già codificati. Le schede compilate

dovranno diventare elementi di un data base relazionale.
livello 3: Analisi eseguita da tecnici con qualifica minima di ingegnere e di comprovata esperienza specifica, mediante la compilazione di schede complesse.

livello 4: Dopo aver eseguito le ispezioni (livello 2 e 3) e le esecuzione delle verifiche statiche, è necessario redigere il “progetto all’incirca partendo dall’esistente” (rilievo, prove sui materiali, modellazione numerica, prova di carico, eccetera). Dalle risultanze della modellazione ricavare informazioni sullo stato di efficienza dell’opera strutturale e sulla sua capacità di continuare ad espletare o meno la sua funzione.

Il concetto di manutenzione delle opere civili è stato introdotto normativamente nel 1994 con la Legge Merloni, che introdusse il concetto di piano manutenzione, che però sarà specificato nel 1999, con l’entrata in vigore del Regolamento DPR 554/99.

Le norme stabiliscono per il piano di manutenzione le finalità e come deve essere composto:

Manuale d’Uso (a);

Manuale di Manutenzione (b);

Programma di Manutenzione (c).

Attualmente, i ponti dotati di piano di manutenzione sono pochi essendo stati costruiti molto tempo prima del 1994. La necessità di tutelare il patrimonio infrastrutturale trova concordi specialisti a livello internazionale e amministrazioni pubbliche che frequentemente hanno in gestione un rilevante numero di manufatti. La conoscenza dello stato di degrado dei ponti deve dare corpo ad una banca dati dell’intera rete, permettendo di programmare la conservazione delle opere d’arte, vagliando un numero elevato d’informazioni che descrivono in modo qualitativo il degrado della struttura, e di pianificare in caso un suo risanamento nel momento più opportuno.

In questa delicata e importante fase di valutazione, strumenti d’aiuto alla decisione sono necessari ai gestori d’infrastrutture, che devono disporre di una mappa ragionata di metodologie e applicazioni.

L’utilizzo degli strumenti di pianificazione deve aiutare gli ingegneri a conservare le opere d’arte stradali e deve consentire il passaggio da una gestione di emergenza ad un approccio programmato.

Diversi sono gli approcci alla progettazione di questi sistemi decisionali che partendo dalla semplice predisposizione di un database per la catalogazione,



Fig.5 Schema di un approccio programmatico di ispezione

mediante degli indicatori di stato, caratterizzanti dello stato di degrado delle opere, aiutano a stilare una priorità di interventi.

Nella manutenzione programmata si deve considerare superata l’idea di procedere nel momento in cui un ponte è giunto al limite della rottura, magari procedendo con la ricostruzione completa di un intero ponte.

La nuova filosofia deve puntare su interventi mirati, per cercare di rimuovere le cause del degrado e procedere alla riqualificazione per rendere l’opera almeno comparabile a quella che aveva all’inizio della sua vita, concependo l’opera d’arte non in quanto struttura pura e semplice, ma come una macchina, composta di una serie di elementi, ognuno con la sua importanza: fondazioni, pile, appoggi, giunti, ritegni, impalcati, impermeabilizzazione, pavimentazione, cordoli, sistemi di smaltimento delle acque e altri ancora.

Gli ulteriori passi avanti che si profilano nel campo della conservazione programmata delle opere d’arte sono affidati da un lato al ripensamento del progetto stesso relativo alle opere d’arte in chiave di manutenzione e durata, e dall’altro alle nuove tecnologie d’indagine, specie per l’analisi veloce e strumentale dei ponti. In quest’ambito le novità sono rappresentate dall’uso del laser scanner capaci della scansione della struttura per la ricostruzione del modello statico.

INDICE DI FUNZIONALITA’

Il degrado è un fenomeno può manifestarsi anche in maniera repentina, può apparire su elementi diversi, può svilupparsi con velocità crescente nel tempo. Per questi motivi la programmazione delle verifiche

ispettive mediante un “programma delle ispezioni” assume rilevanza fondamentale.

La parte complessa delle operazioni ispezioni e affidata agli ingegneri strutturalisti i quali devono trasformare le osservazioni effettuate nei ponti in valutazioni di “idoneità di funzionamento” ovvero di convertire lo stato di degrado in termini numerici di identificazione del degrado.

Questa attività risulta molto complessa perché si basa su elementi qualitativi che è necessario trasformare in elementi quantitativi da inserire nei modelli di calcolo su cui basare le verifiche.

Prioritariamente per individuare lo stato di degrado di un ponte è necessario scomporre la struttura in una serie di elementi strutturali elementari, catalogarli in funzione del loro ruolo nella staticità complessiva della struttura, essendo noto che la struttura è la somma di vari elementi tra loro connessi ed ognuno di essi contribuisce alla staticità complessiva in maniera differente. E' però senz'altro vero che quando alcuni elementi subiscono un degrado strutturale, la struttura nel suo complesso reagisce staticamente chiamando a collaborare altri elementi, arrivando spesso ad una nuova configurazione statica; purtroppo esiste anche il caso in cui il degrado di un elemento pur chiamando a collaborare altri elementi non si riesce a raggiungere una condizione di equilibrio statico e si può arrivare al crollo.

Per valutare la staticità di un ponte è necessario separare ogni elemento che compone la strutturale associando ad esso un indicatore che individui il valore che esso ha nella statica complessiva della struttura tramite una scala di valori:

- valore 0 elemento non influente ai fini della staticità
- valore 1 elemento molto influente ai fini della staticità

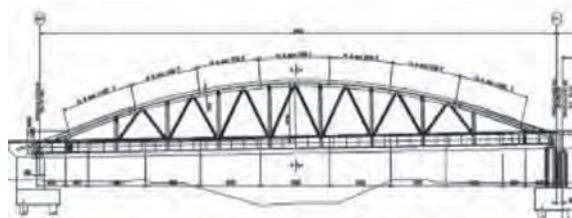
Tra questi due estremi è necessario individuare una gerarchia di elementi cui associare il relativo valore compreso nell'intervallo 0-1

Individuato il valore che identifica l'importanza dell'elemento alla staticità complessiva della struttura è necessario individuare un indicatore che ne descriva lo stato di degrado dell'elemento mediante una serie di valori:

Valore 0 elemento completamente integro

Valore 1 elemento completamente distrutto

Naturalmente tra questi due valori estremi occorre individuare una serie di valori intermedi che descrivano lo stato di degrado.



Da questa prima analisi è possibile individuare un coefficiente che è possibile indicare come indice di difetto strutturale

Se si analizzi ad esempio il seguente schema strutturale occorre prioritariamente sezionare la struttura in pezzi elementari ed assegnare ad ognuno di essi un indice di importanza e per ogni pezzo definire un indice dello stato di degrado.

Alla fine si ottiene un l'indice dello degrado, che è un numero variabile nel tempo in funzione del progressivo decadimento o delle opere di risanamento che possono essere eseguite.

L'indice di degrado v'è rapportato alla presenza del traffico pesante gravante sul ponte per valutare le possibilità di percorrenza:

- 1) consentire il transito veicolare pesante
- 2) imporre una riduzione della massa dei veicoli transitanti
- 3) consentire solo il transito automobilistico
- 4) impone la chiusura del ponte.

Conosciuti gli indici di degrado delle varie strutture dei ponti è indispensabile operare in modo da individuare una metodologia che consenta la ripartizione delle risorse limitate.

La scala di priorità deve essere mediata non solo dallo stato di degrado del ponte ma anche dall'importanza del ponte sulla infrastruttura stradale.

Analogamente quando le infrastrutture stradali sono molteplici è necessario trovare un indice di priorità che, fissato un limite di budget, individui l'ordine su cui effettuare l'investimento.

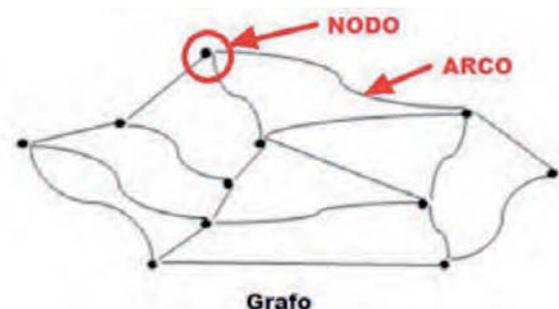


Fig.6 Schematizzazione di una rete stradale

Per ricavare un indice di priorità è indispensabile passare attraverso la teoria dei grafi in cui ogni nodo rappresenta un attrattore di traffico ed ogni tratto un ramo della rete stradale.

La Teoria dei Grafi costituisce, un corpo metodologico per la modellazione e soluzione di problemi decisionali. Ogni tratto di rete stradale è caratterizzato da vari elementi che tra loro interagiscono: velocità di percorrenza, costo del trasporto, sicurezza, capacità della strada etc.

In caso di perfetto funzionamento della rete infrastrutturale in cui ogni ramo è costituito da una strada con identiche caratteristiche, ricavare il percorso che minimizza i costi per andare da un nodo origine ad un nodo destinazione è abbastanza semplice.

La risoluzione del problema si complica quando intervengono diversi fattori esterni come:

- 1) la presenza di archi critici, la cui interruzione provoca la sconnessione del grafo (come nel caso di chiusura al transito per impossibilità di percorrenza di un ponte)
- 2) la composizione del traffico tra mezzi pesanti e leggeri è variabile
- 3) la geometria della strada non è omogenea (incroci, semafori..)
- 4) il costo del trasporto di ogni ramo non è costante (pendenza, grado di saturazione.. etc)

In un sistema di archi che rappresentano il sistema stradale è verificare cosa accade se si sopprime un arco, ovvero come si verrà a redistribuire il carico sui vari rami. Possono essere costruiti degli vari algoritmi polinomiali per trovare come si redistribuisce il flusso veicolare nei vari rami e come si incrementa il costo di percorrenza (intermini economici, di sicurezza etc..) per ricavare indicatori sulle possibili priorità di intervento.

CONCLUSIONI

Quasi tutti i ponti ricadenti sulle infrastrutture stradali comunali e provinciali sono stati costruiti nel periodo intercorrente tra gli anni 1950-1970, quindi circa 50 anni fa; essi presentano evidenti segni di ammaloramento dovuti sia alla vetustà delle opere sia alla mancanza quasi assoluta delle opere di manutenzioni, ciò sta portando ad un depauperamento del patrimonio strutturale con evidenti ricadute sul sistema socio economico.

I ponti stradali, seppur costruiti in epoche passate

riescono a sopportare il transito dei carichi veicolari pesanti, però è pur vero che l'incremento della ripetizione dei carichi pesanti dovuta al forte incremento dei flussi dei carichi pesanti sta sottoponendo i ponti a fenomeni di "fatica" che possono pregiudicare la "staticità" dei ponti.

E' necessario che tutte le amministrazioni si adoperino per valutare lo stato di efficienza dei loro ponti, individuandone i difetti per programmare le opere di manutenzione straordinaria che abbiano l'effetto di prolungare la vita utile dell'opera e di adeguare le strutture alle nuove richieste di percorribilità (anche di natura sismica) imposte dalle nuove Normative, anche nella consapevolezza che le infrastrutture stradali svolgono un ruolo importante anche durante le calamità.

Purtroppo, nonostante la buona volontà degli Enti gestori delle opere d'arte, la mancanza di adeguate risorse, non consente di attivare la programmazione manutentiva.

Si auspica una maggiore sensibilità degli apparati Statali verso la disponibilità finanziaria a copertura degli interventi occorrenti al mantenimento della funzionalità delle opere d'arti (ponti, viadotti...) per evitare le sempre più frequenti ordinanze di chiusure al transito o di limitazione di carico sulle strade provinciali.

BIBLIOGRAFIA

- Giancarlo Montaldo: Intervento pubblico e crescita economica: un equilibrio da ricostruire. Ed. Franco Angeli 2007
- Sascia Canale, Francesco Nicosia, Salvatore Leonardi: L'efficienza globale delle infrastrutture stradali come elemento caratterizzante la sicurezza di percorribilità. Convegno SIIV PISA, Ottobre 1997
- Eupolis – Lombardia: Valutazione del ciclo di vita delle infrastrutture sensibili con selezione degli interventi necessari. Giugno 2013
- Alberto Bajio: La vulnerabilità delle infrastrutture viarie e ferroviarie e la diagnosi strutturale. Atti convegno SAI 2014
- Settimo Martinello: Dalla valutazione numerica dello stato di degrado dei ponti al collaudo. Atti convegno Taormina 2005
- Alberto Bucchi: La storia delle strade. Scuola di ingegneria 2014
- ANFIA: Il trasporto merci su strada: evoluzione del mercato e del parco circolante autocarri in Italia. Atti convegno 2014
- Banca d'Italia: L'efficienza della spesa per infrastrutture Atti convegno 2014
- ISTAT: Le infrastrutture in Italia. Anno 2014
- Fabrizio Bonomo: L'arte della manutenzione. Quarry and Construction Gennaio 2010
- European Union Road Federation (ERF): Gestione del Patrimonio Stradale. 2014
- Mario Paolo Petrangeli: Evoluzione della progettazione dei ponti e degli interventi sull'esistente. Aicap 2011
- National Cooperative Highway Research Program: Bridge Management Systems for Transportation Agency Decision Making. 2009

SOLUZIONI COSTRUTTIVE CON MATERIALI RICICLATI APPLICAZIONE IN UN CASO STUDIO

di Giuseppe Spartà
Nicoletta Tomasello

Le attività produttive dell'uomo, a seguito della rivoluzione industriale, hanno registrato un notevole incremento. Tramite l'introduzione nel ciclo produttivo delle macchine vi sono stati notevoli vantaggi, come l'aumento della produttività, l'abbattimento dei relativi tempi e la riduzione dei costi di produzione. Di contro sono emersi notevoli aspetti negativi, i più importanti dei quali sono così riassumibili:

- aumento di CO₂;
- innalzamento delle temperature;
- riduzione delle risorse naturali;
- aumento dei rifiuti solidi urbani.

L'esponenziale aumento dei livelli di anidride carbonica in atmosfera dal 1950 ad oggi è documentato da autorevoli enti governativi - tra i quali la Nasa - che denunciano come i livelli di CO₂ in atmosfera si siano notevolmente accresciuti raggiungendo il livello record di 408,5 ppm nell'aprile 2016 [1].

Strettamente collegato all'aumento di CO₂ in atmosfera vi è l'innalzamento della temperatura terrestre, che dal 1840 ad oggi è aumentata di 0,8 °C [2].

Conseguenza diretta degli intensi cicli produttivi dell'uomo è la diminuzione delle risorse naturali, che con decenni di forte sfruttamento si stanno riducendo notevolmente causando effetti negativi come la deforestazione, l'erosione del terreno, le frane e gli smottamenti.

Tra i citati effetti climatici ed ambientali, il problema legato alle attività produttive dell'uomo che sicuramente più di tutti "rappresenta" la nostra epoca è l'aumento dei rifiuti solidi urbani. Le statistiche attestano che quasi la metà (48%) dei rifiuti trattati nell'UE-28 nel 2012 sono stati conferiti in discarica e che solo il 36,4% del totale dei rifiuti sia stato riciclato [3].

Il grafico in Fig. 1 rappresenta le varie quote percentuali di ciascuna attività economica che contribuisce alla produzione totale dei rifiuti nell'UE-28 dell'anno 2012. Il settore delle costruzioni e demolizioni è il primo nella produzione totale dei rifiuti con il 32,6% del totale (pari a 821 milioni di tonnellate), seguito al secondo posto dalle attività estrattive con il 29,2% [3].

Appare dunque evidente che vi debba essere una presa di posizione forte nei confronti dell'utilizzo dei materiali riciclati, dal momento che tale azione rappresenterà il futuro nei cicli di produzione dei prodotti, specie quelli attinenti al settore delle costruzioni.

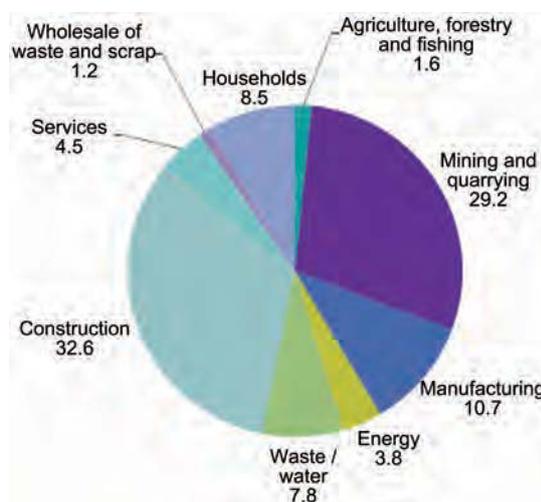


Fig. 1 Quote delle attività economiche sulla produzione di rifiuti dell'UE-28

Utilizzo dei materiali riciclati: applicazione in un case study

Si riporta a titolo esemplificativo un caso studio in cui si prevede l'utilizzo, in quasi tutte le sue parti, di materiali riciclati, onde testimoniare come l'uso di tali materiali - a volte screditati come poco "nobili" - possa invece essere qualità aggiunta del progetto, sia per il valore ambientale che per le caratteristiche chimico-meccaniche molte volte superiori a quelle dei materiali tradizionali.

Dal punto di vista estetico gli edifici di questo tipo non presentano differenze apprezzabili rispetto a quelli a noi più familiari, in quanto grazie al livello industriale raggiunto nella produzione di tali materiali e ad un'accurata progettazione è possibile ottenere manufatti edilizi di pregio architettonico del tutto simili a quelli composti dai materiali tradizionali. L'edificio in progetto è una villa bifamiliare derivante dall'accostamento di due unità immobiliari simili. Ciascuna di tali unità prevede una struttura di travi e

pilastrini in calcestruzzo fibrorinforzato, materiale composito appartenente alla famiglia dei calcestruzzi speciali e costituito da calcestruzzo ordinario ed elementi discontinui di diversa natura (acciaio, carbonio, polipropilene, vetro) additivati per rinforzare la matrice cementizia. In particolare l'aggiunta di elementi discontinui in fibre, nel caso in esame fibre di vetro riciclato, ne migliora le caratteristiche meccaniche come la resistenza a trazione e agli urti e la riduzione dei fenomeni fessurativi, consentendo così di realizzare elementi più piccoli e leggeri.

A completamento dell'unità immobiliare è presente una zona servizi realizzata con un container 40' (12,2 m), tranciato alle due estremità per creare uno spazio aperto adibito a garage e a terrazza nella parte superiore.

Il processo costruttivo dell'edificio in esame è identico al processo tradizionale basato su materiali vergini, salvo nel porre attenzione ad alcuni accorgimenti derivanti dall'utilizzo dei suddetti materiali riciclati. Si analizzano a seguire i sistemi costruttivi adottati.

Fondazione (Fig.2)

Le fasi costruttive previste in tale fase sono del tutto analoghe a quelle del processo tradizionale. Le azioni iniziali consistono dunque nello scavo di fondazione e nel livellamento del terreno di posa, al di sopra del quale viene steso uno strato di tessuto non tessuto (El.1); tale operazione viene effettuata avendo cura di lasciare, lungo i bordi, lembi più lunghi che vengono ripiegati a copertura dello strato di ghiaia compattata e ricoperti dal successivo getto della platea di fondazione (El.4). Lo strato di ghiaia utilizzato è composto da ghiaia di vetro cellulare riciclato Geocell® (El.2). Tale materiale è della stessa forma e dimensione della ghiaia tradizionale, ed essendo composto esclusivamente da vetro cellulare riciclato offre numerosi vantaggi: oltre ad essere leggero, il suo utilizzo infatti aumenta la resistenza della platea di fondazione, funge da barriera antigelo e permette di eliminare passaggi costruttivi come il rullaggio del sottofondo, l'applicazione del massetto ed l'apposizione di pannelli XPS.

Un foglio di polietilene (El.3) ricopre la parte esterna della fondazione fermandosi sotto il primo filare di laterizi porotoni della tamponatura esterna, svolgendo così doppio ruolo di protezione della fondazione e di phonostop per tale tamponatura. Sulla platea, dopo aver posto un riempimento di 10 cm di Geocell non compattato (El.5), si sovrappongono un

massetto di 10 cm (El.6), il cui strato superiore si trova allo stesso livello del calpestio esterno, un sottofondo di riempimento per il passaggio degli impianti (El.7) e un isolante di 5 cm di vetro cellulare (El.8), composto da vetro riciclato e indicato per l'isolamento di platee di fondazione (conduttività termica 0,038-0,050 W/mK).

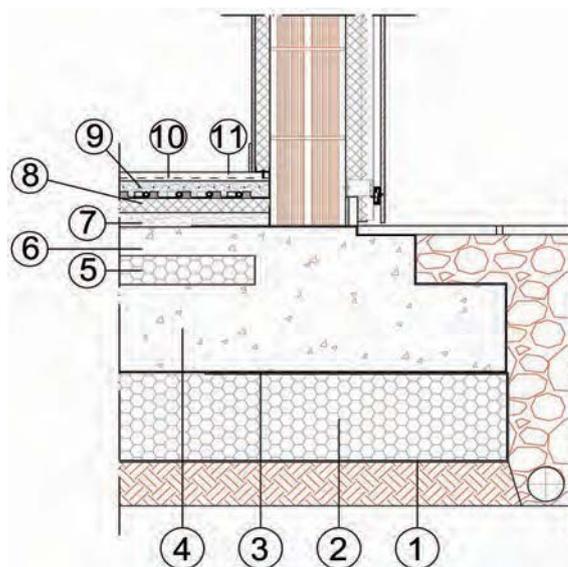


Fig. 2 Fondazione

La stratigrafia viene ultimata tramite l'apposizione di un sistema di riscaldamento a pavimento all'interno di un massetto armato di 6 cm (El.9) e di una pavimentazione interna di 3 cm di spessore in cemento levigato additivato con polvere silicica riciclata (El.11) e rinforzato con una rete in fibra di vetro (El.10) per evitare fessurazioni durante le naturali azioni di ritiro.

Tamponatura esterna (Fig.4)

La scelta del sistema costruttivo della chiusura verticale esterna è consequenziale alla volontà di creare prospetti modulari. Tali prospetti - che caratterizzano esteticamente l'involucro dell'edificio - vengono costruiti su reticoli modulari e su orditi di riferimento, che scandiscono la facciata e guidano le scelte dimensionali.

Per soddisfare tale esigenza si è scelto di utilizzare un prodotto di recente sviluppo, FibreC di Rieder (Fig.3), che grazie alle ottime prestazioni del cemento fibrorinforzato consente la realizzazione di pannelli che sono in grado di raggiungere elevate dimensioni e che possiedono spessori minimali (dell'ordine di 8-13 mm) e forme non consuete per materiali a base cementizia. I pannelli siffatti (El.1)

permettono la realizzazione di una facciata continua ancorata alla struttura portante - composta da poroton 25x30x30 cm (El.2) - tramite un'intelaiatura di montanti e traversi (El.3).

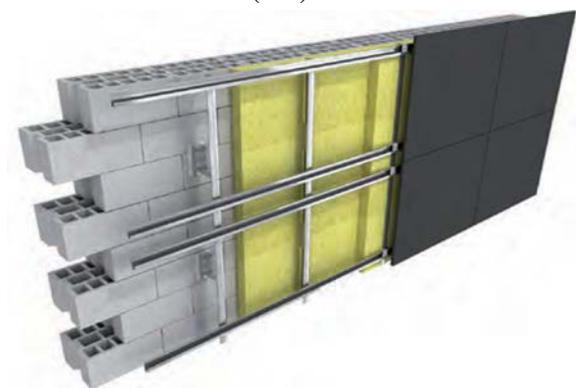


Fig. 3 Pannelli FibreC

Lo spazio tra i pannelli e i poroton che si viene a creare diventa alloggiamento per un cappotto esterno continuo, realizzato con pannelli isolanti di fibra di legno riciclati impermeabilizzati con cera, dello spessore di 7 cm (El.4). Questi pannelli vengono prodotti attraverso la lavorazione di legname di scarto - materia base disponibile in misura praticamente illimitata - e possiedono una buona proprietà di isolamento termico (0,038-0,052 W/mK).

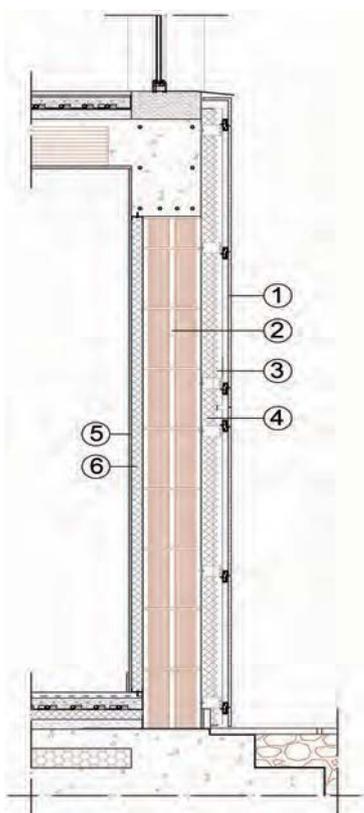


Fig. 4 Tamponatura esterna

Grazie all'elevato calore specifico, tali elementi presentano inoltre, rispetto ad altri materiali isolanti, una miglior capacità di accumulo del calore. Essendo la fibra di legno un materiale igroscopico, l'umidità che viene assorbita penetra all'interno della fibra stessa e lo spazio tra le fibre, responsabile della porosità del materiale, rimane pieno d'aria. Questo fa sì che il suo potere isolante non diminuisca, al contrario di quanto accade nei materiali fibrosi di origine minerale (fibra di vetro o di roccia), le cui fibre non sono in grado di assorbire l'umidità al loro interno. Dal lato interno della tamponatura l'utilizzo di pannelli di cartongesso riciclati (El.5) supportati da un telaio permette l'alloggiamento - nello spazio interno che si genera - di pannelli isolanti di fibra di cellulosa dello spessore di 5 cm (El.6). Questo materiale, utilizzato per l'isolamento termico (0,040 W/mK) e acustico, è molto indicato dal punto di vista ecologico, poiché la materia prima è carta di giornale riciclata e il dispendio di energia per produrlo è ridotto. Essendo traspirante ed igroscopico, tale materiale è particolarmente idoneo per mantenere le necessarie condizioni di salubrità degli ambienti interni.

Tramezzi interni (Fig.5)

Le tramezzature interne dell'edificio rispondono a criteri di leggerezza e flessibilità e sono costituite da un telaio di montanti e traversi in legno massello di dimensioni 50 x 50 mm (El.1). I traversi che collegano il tramezzo alle chiusure orizzontali sono di dimensioni maggiori rispetto ai restanti: quello superiore ha dimensioni 57 x 71 mm (El.2) e si aggancia alla chiusura orizzontale superiore tramite un supporto metallico a C 60 x 80 mm, mentre il traverso inferiore (El.3) è di dimensioni 100 x 60 mm ed è immerso, insieme a delle zanche metalliche, nel massetto alleggerito.

A questa struttura di montanti e traversi vengono avvitati su ambo i lati pannelli OSB di 15 mm (El.4), che presentano buone resistenze meccaniche per i ruoli che devono svolgere; l'intercapedine che si viene a creare viene anche in tal caso riempita con pannelli di fibra di cellulosa dello spessore di 5 cm (El.5).

Per la finitura di queste tamponature sono state previste due soluzioni: la prima prevede l'uso di un rivestimento di intonaco in gesso riciclati, (El.6), la seconda prevede di lasciare il pannello OSB a vista.

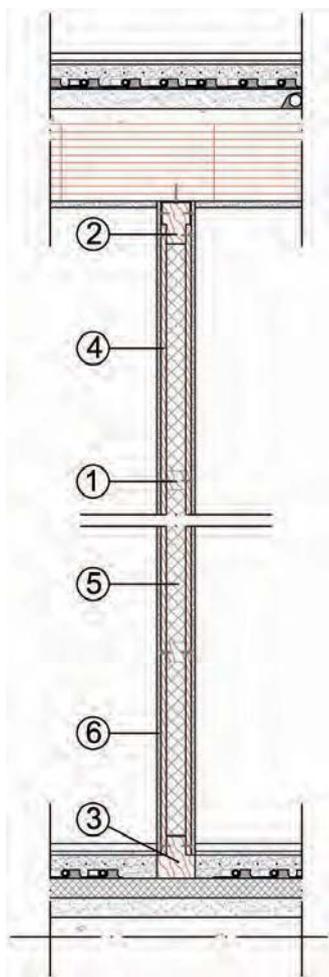


Fig. 5 Tramezzo

Chiusura orizzontale intermedia (Fig.6)

L'impalcato della chiusura orizzontale intermedia è realizzato in latero-cemento con pignatte 25 x 40 x 20 cm e calcestruzzo fibrorinforzato, per uno spessore di 24 cm (El.1).

Le finiture di tale componente sono composte totalmente da materiali riciclati. Nella fattispecie la parte inferiore del solaio è rivestita da intonaco in gesso riciclato dello spessore di 10 mm (El.2), mentre la parte superiore dalla sovrapposizione di uno strato di sottofondo per impianti dello spessore di 50 mm (El.3), di uno strato di phonostop da 4 mm atto ad evitare i rumori di calpestio (El.4) e di un massetto debolmente armato con spessore di 60 mm contenente pannelli radianti con tubi di 17 mm di diametro (El.5). Nelle stanze da letto e nei servizi vengono infine applicate doghe in sughero riciclato (El.6), mentre negli altri ambienti viene gettata una pavimentazione continua di cemento levigato, con polvere silicia riciclata dello spessore di 3 cm.

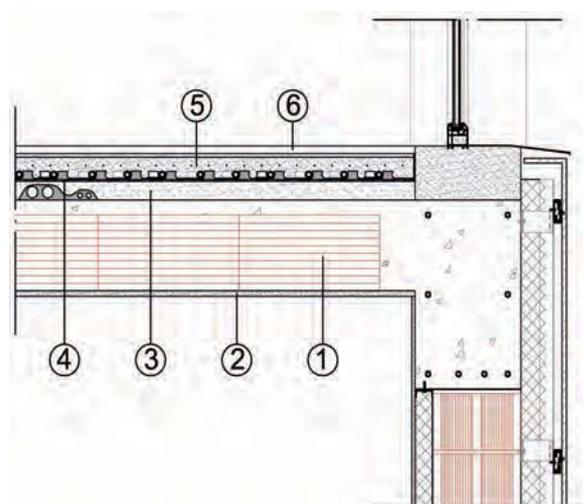


Fig. 6 Chiusura orizzontale intermedia

Chiusura orizzontale superiore (Fig.7) e sistema di smaltimento delle acque (Fig.8)

La chiusura orizzontale superiore è ad una falda avente inclinazione del 10% e presenta la stessa struttura di quella intermedia, con modifiche che riguardano sostanzialmente i materiali di finitura utilizzati e l'applicazione di un opportuno isolante.

La stratigrafia presenta dal lato interno uno strato di intonaco in gesso riciclato (El.1, Fig. 7) applicato sulla struttura in latero-cemento (El.2, Fig. 7). Al di sopra di questa, su di uno strato impermeabilizzante di polietilene (El.3, Fig. 7) dello spessore di 4 mm, sono stati installati pannelli di fibra di legno impermeabilizzati con cera (El.4, Fig. 7) dello spessore di 10 cm ed un rivestimento in pannelli di bioplastica spessi 2 mm incollati ad un supporto OSB dello spessore di 15 mm (El.5, Fig. 7).

L'utilizzo dei pannelli in bioplastica caratterizza, oltre che la copertura, anche l'intero prospetto ovest, riprendendo la modularità data dai pannelli FibreC sopra citati. L'introduzione della bioplastica come sostituto delle plastiche sintetiche nasce per contrastare l'elevato impatto ambientale di queste ultime sull'ambiente. Infatti la bioplastica, provenendo dalla sintetizzazione chimica di molecole di origine biologica, è completamente biodegradabile. Il ciclo produttivo di questo materiale inizia dall'amido contenuto in piante come mais, grano, canna da zucchero o patate da cui si ottiene glucosio, che attraverso un processo di fermentazione produce acidi lattici. Attraverso la policondensazione degli acidi lattici si possono produrre polimeri come ad esempio polilattide (PLA) o poliidrossibutirrato (PHB).

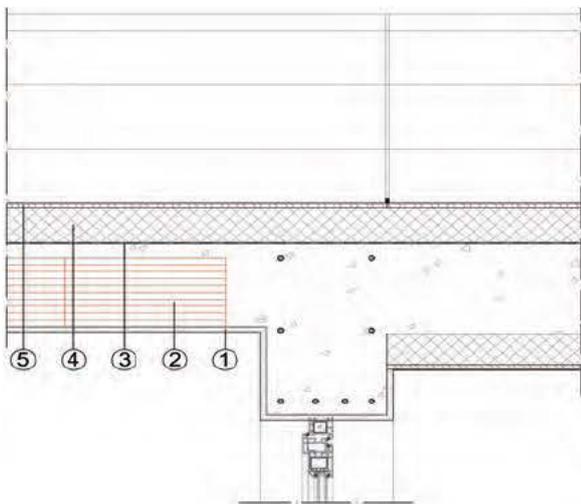


Fig. 7 Chiusura orizzontale superiore

Queste plastiche “bio” possono trovare molteplici usi - specie se integrate con l’aggiunta di additivi - in quanto risultano tenaci e viscosi. Il PLA, in particolare, è trasparente e le sue caratteristiche e impieghi sono simili a quelle del polistirene, polipropilene o polietilene. L’estrusione dei granuli di bioplastica permette la formazione di pannelli, che a loro volta vengono ulteriormente elaborati tramite termoformatura in base alle singole esigenze, onde ottenere superfici e strutture anche di notevole complessità.

La progettazione della chiusura orizzontale superiore in esame viene completata attraverso l’inserimento di un canale di gronda adibito allo smaltimento delle acque. Si prevede infine, lungo la parte finale della falda, l’installazione di una scossalina metallica di dimensioni 17 x 10 cm (El.1, Fig. 8), ancorata alla trave sottostante e lateralmente ai pannelli di fibra di legno.

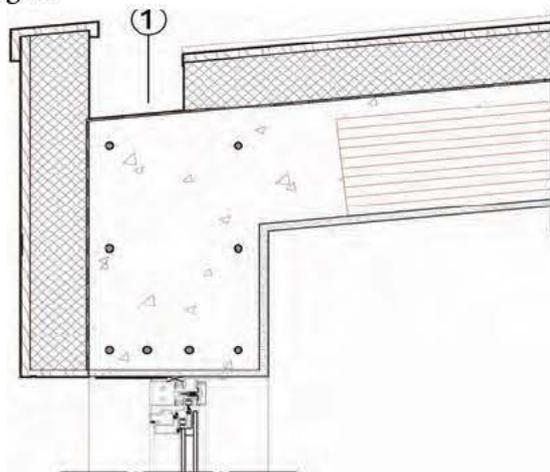


Fig. 8 Dettaglio grondaia

Conclusioni

I vantaggi insiti nell’utilizzo di materiali riciclati sono molteplici, da quelli ambientali a quelli tecnici ed economici.

Oltre ai chiari benefici riscontrabili in particolare in quest’ultimo ambito - derivanti dalla trasformazione di un rifiuto in un prodotto commercialmente valido - vi sono nuovi aspetti che favoriranno un largo consumo di tali materiali, supportati principalmente dalla loro possibilità di adeguamento. Come già visto nel caso in esame, essi sono infatti perfettamente compatibili con i processi costruttivi tradizionali e presentano nella maggior parte dei casi studiati caratteristiche chimico-fisiche e prestazioni migliori dei materiali comunemente usati.

L’incremento delle già avviate ricerche in ambito tecnico-scientifico, che hanno portato ad innovazioni come la bioplastica o la ghiaia di vetro cellulare, permetterà inoltre – in un futuro che si spera essere prossimo - l’aumento delle possibili applicazioni dei materiali riciclati, fornendo una valida soluzione alle importanti problematiche legate ai rifiuti e al loro smaltimento.

Note

[¹] Dati ricavati da:

<http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

[²] Dati ricavati da: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

[³] Dati ricavati da:

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/it

Bibliografia

Caleca L., *Architettura tecnica*, Dario Flaccovio Editore, 1992.

Colombini S. I., *Lezioni di architettura tecnica*, IDAU, 1979.

Fassi A., Maina L., *L’isolamento ecoefficiente*, Edizioni Ambiente, 2006.

Gauzin-Muller D., *Case ecologiche. I principi, le tendenze, gli esempi*, Edizioni Ambiente, 2007.

Gottfried A., *Manuale di progettazione edilizia*, Hoepli Editore, 2002.

Hegger M., Auch- Schwelk V., *Atlante dei materiali*, Utet Editore, 2006.

Koenig G. K., Furiozzi B., Ceccarelli G., Brunetti F., *Tecnologia delle costruzioni*, Le Monnier Editore, 1985.

Rogora A., Lo Bartolo D., *Costruire alternativo. Materiali e tecniche alternative per un’architettura sostenibile*, Wolters Kluwer Italia Editore, 2013.

ARCHITETTURE COLONIALI DI IERI MONUMENTI STORICI DI OGGI: BORGO VENTIMIGLIA

di Sergio Sciacca

L'ingegno umano realizza delle creazioni pratiche o senza finalità immediatamente pratiche, ma con l'intendimento mirante a un futuro anche molto lontano: quelle che resistono alla prova del tempo, anche se smembrate, conservano qualche traccia delle intenzioni iniziali, le altre affondano in un oblio colpevole perché rinnega concezioni spirituali che a loro modo volevano farsi luce per consegnare un qualche messaggio all'umanità successiva: compito dello storico (degli eventi, delle lettere o delle arti) è di condensare le risultanze monumentali in una analisi più aderente possibile alle intenzioni dell'artefice; compito di chi vuole interpretare la storia è ricavare un quadro, coerente anche se manchevole, di quel messaggio che è stato a suo tempo lanciato e che a noi è giunto solo frammentario.

Può sembrare una oziosa petizione di principio questa, come di uno che volesse dare senso a tutti i costi a frammenti che senso oggi non hanno più se mai qualcuno ne hanno avuto. E siccome il punto è fondamentale, specie in una sede come questa

professionalmente dedicata a questioni solide, su documenti non labili, ricorrerò a un insigne esempio di ricostruzione concettuale nella quale il noto e l'ignoto si avvicendano senza confini netti.

Il protagonista ha un nome assai conosciuto: Heinrich Schliemann che di professione faceva il commerciante (di grande successo), ma che nell'animo era archeologo, non frequentando le accademie, ma assiduamente vivendo in una dimensione fuori da quella reale: come tutti sanno, guidato da questa suggestione sposò una donna greca (la sua Elena), andò alla ricerca di Troia, la Ilio cui Omero dedicò il famoso poema, e la trovò. O meglio trovò un cumulo di rovine che egli ritenne fossero quelle provocate dalla furia di Agamennone e Ulisse, ma che certamente erano pertinenti a periodi più tardivi: ma che importa un secolo in più o in meno rispetto alla fuga dei millenni? Egli aveva ritrovato lo spirito omerico. E del resto quello che ancora oggi chiamiamo Omero assai probabilmente non è mai esistito come singola persona, bensì come una scuola di stile in cui i cantori

si tramandavano, l'un l'altro, stilemi e anche lingue talora prossime (eolico, ionico, dorico), tal'altra assai distanti (ugaritico, hittita...): però le loro intenzioni erano unanimi e la prova più convincente si ha negli Omeridi più vicini a noi: James Joyce che a stento riuscì a pubblicare il suo Ulisse a Parigi, mentre viveva a Trieste insegnando l'inglese con il metodo Berlitz, e Derek Walcott che ha pubblicato il suo poema, sempre in



inglese, sulle popolazioni marine dei Caraibi, anche lui Ulisside, come il nostro Pascoli, assai più meritorio dei filologi che hanno studiato le minuzie grammaticali (anche il Foscolo, che però era soprattutto un poeta) e stentano a credere che esista una continuità dell'ingegno umano che travalica le generazioni.

Qui parleremo di una questione di architettura che riguarda da vicino l'Italia e da vicinissimo la Sicilia dove tuttora vive –seminascosta– l'avventura del Borgo Ventimiglia.

Bisogna fare il nome di personaggi storici che iniziarono la vicenda in Sicilia, aderendo ad ideologie che sono state sconfitte dal corso dei tempi.

Prima parliamo della idea e poi degli uomini che la rappresentarono.

Nel pieno della Belle Epoque, quando l'Europa dei banchieri invadeva paesi arretrati che chiamava "colonie" come quelle dei Latini (ma che erano in effetti iniziative di sfruttamento) l'Italia decise di avere anche lei il proprio impero coloniale, cosa che era del tutto logica quando si pensi che furono i romani i primi a creare "colonie" (=luogo di coltivazione) in cui i cittadini romani e quelli locali, con poche differenze di diritti, convivevano, assicuravano i confini e contribuivano alla prosperità della repubblica. Le "colonie" italiane dovevano aderire a questo ideale e non al metodico sfruttamento dei popoli sottomessi e soggiogati.

Tanto fu l'entusiasmo di questa ritrovata civiltà romana che anche un poeta (Pascoli) socialista giungeva a mettere assieme parole che oggi suonano contraddittori: Il colonialismo "proletario", (sostantivo e aggettivo di purissima derivazione latina) inneggiando alla "colonia" libica. Non è qui il caso di soffermarci sui concetti, ma almeno bisogna ricordare che a Tripoli (bel suol d'amore) fu stampata in una ipografia italiana (creata da Plinio Maggi) la prima versione integrale –in arabo– della Divina Commedia, così come il creatore della letteratura moderna amarica (in Etiopia) scrisse e stampò a Roma (in lingua e caratteri amarici) il primo romanzo (d'amore) della sua gente: Si chiamava Gesù Afevork e contribuì ad estendere questo genere di "colonia" culturale anche nell'estremo Oriente, in Giappone, dove un italiano di ingegno tradusse (in giapponese) un saggio (amarico) sulle nuove prospettive del mondo civile.

Il lettore benevolo avrà compreso che gran parte delle descrizioni furenti di romanzieri e cronisti sono fuorvianti dacché dimenticano che le malversazioni esistono anche nelle civiltà più avanzate, ma che la osmosi culturale è assai più durevole delle sparatorie: parlate, in italiano, con qualunque immigrato appena arrivato dalla Somalia o dall'Eritrea e capirete.

Il progetto coloniale era ottocentesco e si voleva distinguere dalle aggressioni schiaviste (degli anglo-americani) e di sfruttamento minerario e agrario (dei paesi di lingua francese): qui non ne diciamo altro.



Importa invece soffermarsi sulle "colonie" latine (è l'antico nome usato dai Romani) che miravano a diffondere la piccola proprietà tra i proletari in vista di un consolidamento economico che dette ottime prove nel corso dei secoli: Annibale riuscì a sconfiggere le legioni romane, ma non riuscì a superare le colonie latine che furono il vero baluardo dell'Urbe. I Cartaginesi furono quasi sempre stranieri nella Penisola e dovettero sloggiare qualche anno dopo Canne.

Progetto di civiltà e progetto sociale: come nel Medio Evo la popolazione rurale, in tempo di invasioni barbariche e di tirannelli locali si era rifugiata nelle città turre di fatto abbandonando la cura dell'agricoltura, così ai primi del Novecento si pensava di riportare i proletari nelle campagne, farli diventare piccoli proprietari e solido fondamento della civiltà italiana moderna: senza bisogno di passare per le sanguinarie insurrezioni socialiste e leniniste.

Mussolini bonificò a questo scopo le paludi pontine e vi creò borghi che adesso sono diventate città: Latina

è la più ridente. L'architettura che la caratterizza è quella della rinnovata romanità: uso di linee rette, eliminazione dei fronzoli barocchi, ripresa sottintesa delle strutture fondamentali dell'antichità latina. Il palazzo dell'EUR (cioè il palazzo della civiltà (1942) firmato da La Padula, ne sintetizza i fondamenti, la torre littoria di Sabaudia di Luigi Piccinato ne è un altro esempio che si rifrange in numerosissime costruzioni dell'epoca, anche inserite in città preesistenti.

Il reticolato dei borghi rurali doveva riportare la vita attiva e residenziale anche nelle località agrarie da tempo desolate e probabilmente doveva culminare nella creazione di un centro –da chiamarsi Mussolinia- nei pressi di Caltagirone, la cui progettazione fu avvilta da diversi episodi di disorganizzazione che ne rallentarono la realizzazione poi definitivamente arrestata dagli eventi bellici. Saverio Fragapane (1871-1957) disegnò il vasto progetto della città giardino di Mussolinia che fu pubblicato su “Le cento città d'Italia illustrate” e riprodotto da Maria Luisa La China in un attento ed esemplare studio (I Borghi rurali: dal Regime allo sbarco alleato) edito in “Agorà”. N. 45 (2013), al quale rimandiamo assieme alla monografia di Anna Maria Damigella su Saverio Fragapane edita nel 2000 dalle Edizioni del Grifo che costituiscono lavori fondamentali e densi di informazioni attentamente verificate e criticamente elaborate. La vicenda di Mussolinia abortì, come è notissimo, ma qualcosa si riuscì a fare per il Borgo Ventimiglia che ne prese il posto e di cui la medesima La China riproduce a pag. 17 del suo saggio il plastico del progetto, firmato da Florestano Di Fausto e stampato sul “Popolo di Sicilia” il 14 maggio del 1939: alla vigilia del secondo conflitto mondiale. Le linee che si intravedono della chiesa e lo sviluppo delle costruzioni che circondano la piazza principale sono molto simili a quelle di un borgo che nel 1943 (poco prima che l'intera Sicilia fosse conquistata manu militari dagli alleati anglo-americani) fu denominato “Borgo Ventimiglia”. Anche oggi è visitabile (sulla strada provinciale 34) che da Caltagirone passando per il Bosco San Pietro volge verso il mare. Oggi le strutture, nella loro linearità classica ospitano la comunità terapeutica L'Oasi finalizzata alla riconquista del benessere personale per soggetti affetti da dipendenze patologiche.

Ma questa è cronaca dell'attualità. Giova ricordare invece che il Borgo Ventimiglia rimpiazzava il fallito progetto di Mussolinia a pochi chilometri di distanza dalla prevista Mussolinia che il Duce volle obliterare dopo la figuraccia della inaugurazione e la fioritura aneddotica che ne seguì. Quindi fu accantonato il primo eponimo e sostituito con il nome di Arrigo Maria Ventimiglia di Monteforte, eroe della prima guerra mondiale, caduto nel 1917 sul fronte.

Tra parentesi, a parte il suo eroico sacrificio il capitano Ventimiglia apparteneva alla nobile casata che nel corso dei secoli aveva governato assai saggiamente la Sicilia, con dignità e forze non inferiori a quelle regali, essendo generosa di sostegno a Torquato Tasso che ne rese poetico omaggio nel suo Poema. Quindi la denominazione, non più fascista o di tradizione locale intendeva rendere onore a una bella figura di eroe moderno, destinato al ricordo di un nobile difensore della patria. Se si guardano le immagini attuali del piccolo borgo, vi si scorge la linearità latina associata alle curve degli archi. Proprio quello che sopra abbiamo indicato nelle strutture dell'EUR e della provincia di Latina. Vi troviamo anche il richiamo delle case del Magreb con il colorismo candido delle costruzioni (i progetti dei borghi siciliani servirono anche per quelli libici) in una immersione naturale che suscita tuttora ammirazione. Era il disegno di una vita che doveva svilupparsi tranquilla e operosa in seno alla natura: progetto che sul nascere fu stroncato dalla occupazione alleata e, dopo, dagli intralazzi politici che segnarono il dopoguerra (con le occupazioni delle terre e le reazioni sanguinarie che ne seguirono).

Il boom industriale fece il resto: una emigrazione massiccia verso le cattedrali petrolchimiche, le manifatture padane, le officine e le miniere del nord Europa, spopolò l'Isola. Il sogno che era stato del Pascoli e di Duilio Cambellotti finì: ne restano i tratti di questo minuscolo centro che possiamo riscontrare con altre costruzioni qua e là nel tessuto urbano di Ragusa (la prefettura) o di Catania (le case popolari di via Ventimiglia) dove appaiono come creazioni inserite in contesti eterogenei: qui invece, a pochi chilometri dal mare d'Africa vive il progetto che rimase tale, di un nuovo modo di intendere la civiltà rurale. Bisognerebbe conoscerla meglio e, ove possibile, riprenderne gli scopi.

LA SICILIA COME HUB ENERGETICO DEL MEDITERRANEO NELLA VISIONE DI UN SISTEMA ELETTRICO TRANS-NAZIONALE COMPETITIVO, AFFIDABILE E SOSTENIBILE

di Francesco Pezzella*
Giuseppe Marco Tina**



Il 10 novembre '16, si è svolto nell'Aula Magna della Didattica dell'Università di Catania un Workshop su "LA SICILIA COME HUB ELETTRICO DEL MEDITERRANEO", organizzato da Sezione AEIT di Catania, il DIEEI dell'Università degli studi di Catania ed Enel Group, patrocinato dall'ordine degli Ingegneri di Catania. In un'aula che ha visto la presenza di docenti e studenti universitari, professionisti di settore e soci AEIT, hanno inizialmente porto un indirizzo di saluto: il prof. ing. Mario Cacciato, in sostituzione del Direttore di Dipartimento prof. Vincenzo Catania; il Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Catania, prof. ing. Santi Maria Cascone; l'assessore del Comune di Catania ing. Luigi Bosco e Il presidente della sezione AEIT di Catania, ing. Antonio Imbruglia. L'argomento in discussione ha riguardato la trasformazione tecnica/economica dei sistemi di potenza nazionali in seguito alle spinte sempre più forti di politiche europee e dei paesi del bacino del Mediterraneo volte ad aumentare la capacità di integrazione di energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili (eolico e fotovoltaico). Le soluzioni proposte e discusse, da diversi punti di vista (accademico - UNICT, autorità - AEEGSI, gestore della rete - TERNA, utility - ENEL) nell'ambito del workshop, risultano legate, da una parte, all'integrazione fisica dei sistemi di potenza delle diverse nazioni presenti nel bacino del mediterraneo grazie ai collegamenti via cavo sottomarini, d'altra, alle integrazioni dei mercati dell'energia e dei servizi tramite un sistema di regole di funzionamento uniforme in Europa. La tabella di

marcia UE 2050 ha aperto la discussione su come decarbonizzare completamente il sistema energetico europeo a lungo termine, tenendo presente che la capacità e la infrastruttura attuale saranno di fondamentale importanza. In tale contesto, eventi recenti, come: l'attivazione del collegamento in cavo sottomarino Sicilia/Malta (Aprile 2015), l'attivazione della linea in doppio cavo sottomarino "Sorgente-Rizziconi" fra la Calabria e la Sicilia (Maggio 2016), il futuro collegamento con la Tunisia, pongono le basi per la Sicilia quale hub energetico del bacino del mediterraneo. Nella prospettiva quindi di aumentare la potenza ed il numero di impianti a fonti rinnovabili non programmabili, quali eolico e fotovoltaico, gestiti nell'ambito del sistema elettrico siciliano, si rende necessario valutare economicamente e tecnicamente il ruolo dei grandi impianti di produzione programmabili da fonte tradizionale. Su questi temi si è basata la giornata di studio e si è avuta la possibilità di condividere idee e opinioni grazie anche ai contributi di attori protagonisti di questo cambiamento.



L'intervento introduttivo del prof. G. M. Tina, dell'Università di Catania, ha messo in evidenza come il sistema elettrico nazionale nel corso dell'ultimo decennio ha subito una grande trasformazione sia di tipo tecnologico (generazione distribuita) sia di tipo economico (mercati elettrici). Per cogliere tale complessità la formazione universitaria, nel settore dell'ingegneria industriale ed elettrico, deve evolvere affiancando alle tradizionali nozioni di tipo tecnico sui sistemi elettrici anche tutti gli aspetti economici e

* Immediato Past Presidente AEIT Sezione di Catania

**Università degli studi di Catania

l'interazione tra di essi nella pianificazione e gestione dei moderni sistemi di potenza. L'entità e la dinamicità dei cambiamenti presenti e futuri (vedi smart-grids, micro-grids) consentono di definire questo cambiamento come una vera e propria rivoluzione nella filiera elettrica nazionale.

Il prof. Alberto Fichera, dell'università di Catania, ha inquadrato la problematica energetica dei paesi del bacino del Mediterraneo. In quest'ambito è stato esaminato anche il ruolo strategico dei sistemi energetico-ambientali, dove i paesi interessati sono chiamati a un forte impegno di collaborazione, cooperazione ed integrazione perché i sistemi energetico-ambientali possano rispondere ai requisiti di sicurezza, convenienza, rispetto dell'ambiente ed attenzione ai cambiamenti climatici.

Il terzo intervento è stato a cura dell'AEEGSI, rappresentata dall'ing. Stefano Rossi. L'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico è l'organismo indipendente, con il compito di tutelare gli interessi dei consumatori e di promuovere la concorrenza, l'efficienza e la diffusione di servizi con adeguati livelli di qualità, attraverso l'attività di regolazione e di controllo. L'ing. Rossi ha svolto una relazione sul servizio di dispacciamento, mettendo in risalto le criticità alla luce dell'evoluzione del sistema elettrico nazionale (vedi ad es. rinnovabili non programmabili) e alla sempre maggiore interazione tecnica, economica e normativa che sta interessando l'Europa. La riforma del dispacciamento e le regole di funzionamento dei mercati elettrici risultano strategici per non pregiudicare l'esercizio sicuro del sistema e garantire il corretto approvvigionamento dei margini di riserva. L'ing. Rossi ha dunque dato evidenza di come l'Autorità stia lavorando ad una revisione del mercato dei servizi di dispacciamento con l'obiettivo di aumentare la platea delle risorse in grado di fornire servizi di regolazione, garantendo neutralità di fornitura secondo vincoli e limitazioni definite dal gestore indipendente della rete (TSO Transmission System Operator). Il punto di vista del TSO italiano, TERNA S.p.A (il più grande TSO europeo), è stato discusso dal dott. Berardo Guzzi. Egli dopo un inquadramento societario del gruppo Terna S.p.A, ha mostrato come la posizione geografica dell'Italia, e in particolare la Sicilia, rendono il nostro territorio hub naturale del Mediterraneo. L'Italia può anche contare su 25 interconnessioni con i paesi confinanti già in esercizio, ed altre 5 in costruzione. Il dott. Guzzi ha

poi sottolineato come, per raggiungere l'obiettivo di una perfetta integrazione delle reti del Mediterraneo sia necessario un approccio multilaterale, in quanto i Paesi coinvolti sono spesso eterogenei.

Il punto di vista di un'importante società di produzione di energia elettrica è stato presentato da ENEL S.p.A, che rappresenta la 5a utility mondiale per valore di mercato (source <https://www.statista.com>, 2016). Specificatamente, l'ing. Alfredo Camponeschi (Enel produzione) e l'ing. Franco Ventre (ENEL Green Power), hanno fornito un quadro completo e dettagliato della presenza Enel in Sicilia e nel Mediterraneo. L'ing. Camponeschi ha prima presentato il quadro dell'evoluzione del sistema elettrico italiano e siciliano, partendo da considerazioni generali sulla domanda elettrica, sia in termini di energia (in continua riduzione) che in termini di picco di potenza (andamento non correlato alla domanda di energia e con picco record nel 2015). Le cifre e le informazioni fornite, hanno messo in evidenza come il parco di produzione di una grande utility debba trasformarsi ed evolversi, in tempi molto ristretti, alla luce dei vincoli ma anche delle opportunità economiche che vengono stabilite dall'evoluzione del contesto tecnico, politico e normativo a livello italiano, europeo/mediterraneo e mondiale nel settore energetico, con particolare riferimento al mondo elettrico. Un punto cruciale nella gestione degli impianti nell'odierno panorama liberalizzato è la complessità di partecipare a diversi mercati, ognuno caratterizzato da elevato numero di sessioni con elevata complessità e tempi decisionali ridotti. Tale contesto ha determinato un diverso modo di gestire gli impianti termoelettrici tradizionali, rispetto a come si agiva in condizioni di monopolio nel periodo 1963 ÷ 1999, basti pensare che impianti come quelli tradizionali a carbone, che prima avevano un funzionamento baseload, sono passati ad avere prima una ciclicità settimanale per arrivare adesso a notevole modulazione e cicli di funzionamento a volte giornalieri. L'elevata flessibilità richiesta al parco, comporta un adeguamento tecnico degli impianti di produzione ed un incremento delle spese di manutenzione che non sono indifferenti per la gestione economica di questi impianti.

La giornata di studio si è conclusa con un interessante dibattito di approfondimento scaturito dalle numerose domande che i partecipanti hanno portato ai relatori.

Si è tenuta a Catania - promossa dalla Società Italiana degli Urbanisti, e organizzata dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Catania, dalla Fondazione e dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania - la XIX Conferenza Nazionale "Cambia-menti. Responsabilità e strumenti per l'Urbanistica a servizio del paese".

La Conferenza, che ha avuto luogo presso l'ex Monastero dei Benedettini dal 16 al 18 Giugno 2016, è stata promossa dai Professori Paolo La Greca per l'Università di Catania e Maurizio Carta per l'università di Palermo che hanno coordinano il qualificato Comitato Scientifico del quale fanno parte, per l'Ateneo di Catania, i professori Fausto Carmelo Nigrelli, Francesco Martinico e Filippo Gravagno. La intensa tre giorni si è avviata con i saluti Rettore Prof. Giacomo Pignataro, dei Direttori di Dipartimento proff. Enrico Foti e Giancarlo Magnano di San Lio, dell'Assessore Salvo Di Salvo in rappresentanza del Comune di Catania, e dei presidenti dell'Ordine degli Ingegneri, prof. Santi Cascone e degli Architetti, arch. Pippo Scannella.

La sessione plenaria di apertura, coordinata dal prof. La Greca, e la partecipazione, tra gli altri, del Prof. Carlo Trigilia, dell'Università di Firenze e Ministro per la Coesione Territoriale nel governo Letta, ha affrontato il tema delle "Geografie del Cambiamento" evidenziando le strategie e le competenze che devono oggi caratterizzare l'urbanistica.

Le altre sessioni plenarie hanno fornito un quadro ampio e articolato del dibattito urbanistico nazionale, con aperture allo scenario europeo. Tra i relatori si sono susseguiti eminenti urbanisti italiani e stranieri tra i quali: Wulf Daseking, professore all'Università di Friburgo, già Direttore Ufficio di Pianificazione di Friburgo, Bernd Scholl, direttore della Chair of Spatial Planning dell'ETH di Zurigo, David Banister, professore emerito della Oxford University, Carola Hein, della Delft University of Technology e Dominique Lancrenon, Segretario Generale della Consiglio Europeo degli Urbanisti (ECTP-CEU). La Prof. Patrizia Gabellini, del Polimi e Assessore all'Urbanistica di Bologna, che ha coordinato la plenaria che ha delineato il contributo della Conferenza all'Agenda Urbana per il Paese. Nell'ambito della Conferenza, il 17 giugno, ha avuto luogo la presentazione del volume "Metropoli attraverso la crisi" a cura di Urban@it, presso il Palazzo della Cultura, occasione per discutere della condizione urbana contemporanea, insieme ai proff. La Greca, Carta e De Leo, il Sindaco di Catania, Avv. Enzo Bianco, il Senatore Walter Vitali già sindaco di Bologna, l'On. Anthony Barbagallo, Assessore al Turismo Sport e Spettacolo della Regione Siciliana, il Prof Giacomo Pignataro Rettore dell'Università di Catania e il Prof. Alessandro Balducci, prorettore del Politecnico di Milano e Assessore all'Urbanistica nella giunta Pisapia, i Presidenti delle Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri e degli Architetti: ing. Mauro Scaccianocce e arch. Paola Pennisi. La mattina di sabato 18 la sessione conclusiva sulle buone pratiche ha visto a partecipazione di Silvia Viviani, Presidente Istituto Nazionale di Urbanistica Michelangelo Russo, Presidente Società Italiana degli Urbanisti e di Simona Vicari, Sottosegretario di Stato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Il programma completo della conferenza è disponibile nel sito ufficiale della Conferenza all'indirizzo: www.conferenzasiu2016.it

Pubblichiamo l'intervento di apertura della Conferenza, tenuto dal prof. Paolo La Greca, presidente del Comitato Scientifico.

CAMBIAMENTI RESPONSABILITÀ E STRUMENTI PER L'URBANISTICA E SERVIZIO DEL PAESE

di Paolo La Greca*



Una società in transizione

Disegnare il futuro, per lasciare il mondo un po' migliore di quello in cui abbiamo vissuto, è una questione ineludibile per chi ha responsabilità nel dominio pubblico ed è, da sempre, ambizione della pianificazione urbanistica: un processo politico tecnicamente assistito che sembra fondamentale per la ripresa del Paese.

La Pianificazione Urbanistica declina ottimisticamente gli scenari del mondo in cui vivremo, rifiutando quelli catastrofici che non riguardano solo i "rischi naturali" ma, anche, le trasformazioni profonde che interessano l'economia e la società nel nostro tempo di crisi (La Greca, 2009).

È proprio questo il tempo che c'è dato da vivere, segnato da un punto di svolta rilevato, sul finire del XX secolo, dai più influenti osservatori interpreti

*Ordinario di Tecnica e Pianificazione Urbanistica nell'Università di Catania. Vice Presidente Nazionale del Centro Studi Urbanistici e Presidente della Sezione siciliana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica.

originali della società contemporanea e da attivisti visionari i quali hanno evidenziato, in forme diverse, la centralità dei nuovi paradigmi che disegnano gli scenari presenti e futuri. La fase attuale della nostra modernità è contraddistinta dalla “liquidità” che ha posto fine a un modo stabilizzato e rassicurante di essere nel mondo (Bauman, 2000) lasciando il passo, secondo alcuni, “alla società del rischio” in cui le certezze della prima modernità si sfuocano in scenari nei quali il rischio globale diviene l’orizzonte fondamentale (Beck, 1986) o, secondo altri, alla radicalizzazione della modernità stessa nella contrapposizione marcata fra “fiducia e rischio, sicurezza e pericolo” (Giddens, 1990). Le visioni di Rifkin (2000) hanno posto l’accento sul ruolo giocato dalle nuove tecnologie nelle strutture della società tradizionale, mostrando quanto le prime agiscano in modo parossistico mutando le fondamenta della società e aprendo scenari inediti sui temi del lavoro, dell’accesso e delle nuove forme di energia.

Alla rapida mutazione della società si affianca, se non da questa perfino direttamente determinato, un cambiamento senza precedenti del clima, del paesaggio, delle città, dell’energia, dell’economia, con velocità e intensità fortemente variabili.

Le trasformazioni fisiche e territoriali, in Europa e altrove, si confrontano con queste sfide in un contesto in cui la congiuntura economica non consente uno sviluppo delle infrastrutture che possa sostenere il passo con le attese e, forse, le necessità di un’economia in via di ridefinizione. La sfida posta dalla *green economy*, ad esempio, ha riportato la questione ambientale all’interno del processo di accumulazione capitalistica, offrendo, alle possibilità delineate dalle nuove forme di approvvigionamento energetico, diversi scenari possibili ma anche creando grandi conflitti (La Greca, 2016).

In questi scenari, a fronte delle sfide immanenti che mettono alla prova le nostre città, è indispensabile che la politica ma anche la pianificazione urbanistica, disciplina che mira a collegare le conoscenze scientifiche e tecniche all’azione all’interno del dominio pubblico, intraprendano, ciascuno per le proprie responsabilità e competenze, uno sforzo epocale per fronteggiare queste sfide e far sì che, fra venti o trent’anni, i cittadini possano fruire di un ambiente urbano migliore, e quindi anche più competitivo.

Una politica e un’urbanistica che non partecipino alla

costruzione del futuro, non rispondono al loro mandato. Se manca un progetto politico lungimirante e condiviso, viene meno l’impulso più radicale alla creazione di nuova cittadinanza (Palermo, 2016)

Pianificare per immaginare il mondo in cui vivremo

L’unica prospettiva per guardare al mondo attuale è comprendere che tutto ciò che ci circonda attraversa un cambiamento epocale e che, purtroppo, molti di noi non sembrano averne sufficiente coscienza.

Cosa è cambiato, a partire dalle forme di welfare che sono state alla base della società come l’abbiamo conosciuta finora?

Si è trasformato irreversibilmente il mondo del lavoro: sono mutati i modelli tradizionali di impiego e di impresa. Si è affermata la collaborazione partecipativa (il crowdfunding) affiancata dal profilarsi di una cooperazione competitiva, in un modello di “copetizione”, sempre più spinto, del quale le città e i territori non sono rimasti estranei. Il ruolo dell’ICT e, ancor più, di “Internet delle cose” sembrano dispiegare a pieno le loro infinite potenzialità in crescente e perenne mutamento. Si osserva la caduta verticale di modelli tradizionali di consumo accompagnata da un’attenzione senza precedenti verso la salute e l’alimentazione improntata, quest’ultima, sempre più alla componente organica. Un forte risveglio della spiritualità, già sperimentata nella transizione fra millenni. E, infine, per ciò che ci riguarda più da vicino in questa sede, una tendenza a una formazione a-scolastica che apre a nuove forme di learning (La Greca, 2012).

A dispetto di questi precisi segnali, come diceva Ernest Hemingway “*dobbiamo abituarci all’idea che ai più importanti bivi della vita, non c’è segnaletica*”. È necessario anticipare i mutamenti più che seguirli.

Abbiamo posto, dunque, al centro della XIX Conferenza nazionale della Società Italiana degli Urbanisti che abbiamo organizzato a Catania insieme alla Fondazione e all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania, il tema dei “Cambia-menti”, per fronteggiare il nuovo che avanza impetuoso, perché siamo convinti, in una prospettiva socratica, che: “*il segreto del cambiamento è nel concentrare tutta l’energia per costruire il nuovo, non per combattere il vecchio*”. Nella Conferenza di Catania ci siamo interrogati sui mutamenti epocali che sono il



fondamento della nuova questione urbana per individuare le responsabilità e le competenze utili per l'urbanistica al servizio del Paese.

L'urbanistica è una disciplina che si è formata in "tempi difficili", magistralmente restituiti dal grande romanzo sociologico di Dickens (1854). Con l'avvento della rivoluzione industriale apparve necessario, infatti, seguire una nuova via per rispondere alle necessità incalzanti delle città irreversibilmente trasformate. Si fronteggiarono, allora, due strade: il riformismo utopistico che indicava modelli ideali generalizzabili e l'ingegneria urbana con l'invenzione di nuove infrastrutture per la città (I Grands Travaux di Haussman, si avviano nel 1852). L'urbanistica si affermò come scienza proponendo una soluzione integrata, sociale oltre che tecnica, e fu il portato di un'aria nuova, esito della cultura illuminista e positivista. Essa si fonda su una razionalità che postula l'assenza, in un mondo mutevole, di ogni dominio immutabile e mostra la via per isolare una parte dal

tutto, secondo gli specialismi delle scienze e delle tecniche e per aprirsi, al contempo, a una visione olistica in grado di concepire piani di azioni e opere ipotetiche, revisionabili in relazione sia ai fini che ai mezzi per conseguirli. Le mutevoli e imprevedibili condizioni della contemporaneità portano a compiere scelte contingenti, mai definitive, obbligandoci a rivedere profondamente il nostro modo di operare.

Einstein ammoniva che: *"Il mondo che abbiamo creato è il prodotto della nostra mente e dunque non può cambiare se prima non modifichiamo il nostro modo di pensare"*. Un pensiero rinnovato, una conoscenza pertinente e una "mente ben fatta" (Morin, 1999) e aperta al nuovo, sono dunque indispensabili, oggi, per servire una disciplina che si confronta continuamente con scenari imprevedibili che, una volta che si manifestano, dobbiamo sapere accogliere attraverso una revisione critica delle nostre teorie piuttosto che forzandole entro il perimetro di ciò che ci è noto.

I campi della pianificazione urbanistica si allargano all'orizzonte di un territorio sempre più vasto. Nel volgere di pochi secoli si è passati da una città confinata entro le mura alla "Endless City" del post-urbano (Burdett, Sudjic, 2007). Perfino nella Costituzione italiana il termine "Urbanistica" è stato da tempo sostituito con quello di "Governo del Territorio", richiedendo competenze capaci di dare luogo a risposte pertinenti alle domande che provengono da un territorio dove si sfuocano, fino a sparire, le relazioni biunivoche fra potere delle rappresentanze elette e domande sorgenti da nuovi soggetti mossi da necessità sempre meno individuabili a priori.

I lavori della Conferenza hanno avuto come nucleo centrale gli Workshop (WS) paralleli che sono stati affiancati dalle Sessioni plenarie per arricchire e dare ulteriori stimoli al fertile confronto che ha avuto luogo durante gli Workshop. È stato un confronto amplissimo, forte dei 350 abstract ricevuti, degli oltre 250 paper presentati da ricercatori provenienti da più di 50 sedi universitarie diverse.

Se proviamo a raggruppare in famiglie di problemi, le tante questioni che sono state affrontate in questa feconda tre giorni catanese, credo che possiamo elencarle:

- nella Questione Ambientale
- nell’Innovazione dell’Economia circolare e della rigenerazione resiliente
- nei Progetti e nelle Politiche per l’Abitare
- nelle Politiche mediterranee e della convergenza territoriale
- nel Nuovo lessico indotto dal mutare delle responsabilità e delle competenze dei pianificatori.

In primo luogo, infatti, abbiamo osservato che il disegno per un futuro possibile delle città e del governo dei territori passa dalla nostra capacità di affrontare i temi della prevenzione, della mitigazione e dell’adattamento ai rischi ambientali a livello territoriale e urbano. La crisi ambientale, e le potenzialità che da questa derivano, nelle sue articolate declinazioni sono stati affrontati in una prima famiglia di Workshop (Ambiente, Agricoltura e Paesaggi, Italia Sicura, Consumo di suolo, Cambiamenti climatici ed Efficienza Energetica per Città più resilienti) poiché ci è sembrato che questa riflessione, forse più di ogni altra, possa ridare un nuovo senso al progetto per l’urbanistica ma è anche quella che evidenzia in maniera drammatica il progressivo scarto tra il necessario e il possibile (Galluzzi, 2014) diventando un campo di sperimentazione privilegiato per la tenuta della disciplina dell’Urbanistica.

In una seconda famiglia di WS, abbiamo voluto riflettere sulle ricadute urbane delle nuove forme di economia circolare e le loro influenze sulle strategie per una rigenerazione urbana multi scalare, in un tempo di post-globalizzazione sostenuto dalle tecnologie innovative che aprono scenari di città e

territori intelligenti. In un momento in cui perfino la green-economy è diventata parte del processo di accumulazione capitalistica, trasformando i limiti ambientali in inedite opportunità di crescita, si afferma sempre di più la possibilità di sostituire l’idea tradizionale di “economia lineare”, fondata sulla filiera “produzione-consumo-scarto” con i principi “circolari” di un’economia rigenerativa per minimizzare gli scarti. Da queste premesse muovono sia il recupero delle aree dismesse che la rigenerazione vista come opportunità di attivare progetti urbani integrati di valorizzazione, orientati alla sostenibilità e confortati da innovativi sistemi di analisi che i *big data* e una rinnovata *computational social science* sono in grado di rendere disponibili.

Le ampie tematiche affrontate dai WS hanno riguardato anche quelle sulla questione della casa in una prospettiva di innovazione progettuale e politica. Temi che sono affrontati nel duplice aspetto delle nuove modalità di azione che trasformano quelle tradizionali di intervento, ma anche riflettendo sulle forme dell’abusivismo che, nel Mezzogiorno in particolare, continua ad essere una questione irrisolta.

Anche il tema di un Mediterraneo dei flussi e delle diseguaglianze, non poteva essere taciuto da una Conferenza della Società Italiana degli Urbanisti che ha avuto luogo in Sicilia, così come le politiche urbanistiche per la convergenza territoriale che nel Sud d’Italia trovano fertili terreno di sperimentazione.



Lo stesso titolo della Conferenza, “Cambiamenti”, da ultimo ma non minore per importanza, ha imposto una riflessione rigorosa sulla questione del nuovo lessico, che deve accompagnare le nuove competenze e le responsabilità degli urbanisti, che è stato affrontato come tema soggiacente per tutti i lavori.

Ho prima ricordato che la nostra energia va impiegata per costruire il nuovo e non per combattere il vecchio, poiché il mondo cambia anche senza il nostro permesso.

Bisogna farsene una ragione e accettare il nuovo per non accorgersi di vivere estraniati in un tempo irricognoscibile, in una società incomprendibile.

E' necessario rinominare gli oggetti con i quali ci confrontiamo con parole nuove, poiché non sono più descrivibili con il linguaggio del passato.

Se la città e i territori del postmoderno non hanno più i caratteri di quelli che abbiamo conosciuto e che abbiamo tentato di governare con le politiche del welfare, occorre ridefinire anche l'urbanistica, i suoi strumenti e i suoi metodi per capire come funziona il presente che ci è dato da vivere e il futuro che si apre davanti a noi, desiderabile o ostile che sia.

Ho iniziato richiamando la necessità e l'urgenza che la Pianificazione Territoriale Urbanistica torni al centro del progetto del nostro Paese.

Voglio concludere sottolineando, qui nelle pagine di “Tecnica e Ricostruzione” la storica rivista dell'Ordine degli Ingegneri, che affinché ciò accada, è indispensabile che essa riscopra la centralità dell'azione tecnica a sostegno del processo politico che le è proprio.

Occorre non dare alibi a chi ha responsabilità nel governo del territorio ma mostrare quanto siano virtuose quelle pratiche di buona pianificazione che sono al centro del successo conseguito, in gran parte d'Europa, dalle città ritornate al centro delle agende di sviluppo proprio grazie all'aver “discovered the Lost Art of Urbanism” (Hall, 2013).

Il perseguimento del bene comune non può seguire le logiche delle divisioni ma va cercato nell'integrazione, sempre più stretta e interdipendente, da conquistare anche attraverso la lunga e rilevante tradizione, disciplinare e tecnica, delle pratiche italiane “dell'urbanistica degli ingegneri” (La Greca, 2016) che va perseverata e consolidata.

Riferimenti Bibliografici

Bauman Z. (2000) *Liquid Modernity*, Blackwell Publisher Ltd, Oxford, trad. it. (2002) *Modernità Liquida*, La Terza, Roma-Bari.

Beck U. (1986) *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, trad. it. (2000) *La Società del rischio*, Carocci, Roma.

Burdett R. and Sudjic D. (2007) *The Endless City*, Phaidon Press Ltd, London.

Galluzzi P. (2014) *I rischi e la cura*, in “Urbanistica” 154.

Giddens A. (1990) *The Consequence of Modernity*, Polity Press, Cambridge, trad. it. (1994) *Le conseguenze della modernità*, Il Mulino, Bologna.

Hall P. (2013) *Good Cities, Better Lives*, Routledge, London.

La Greca P. (2016) *L'insegnamento della Tecnica e Pianificazione Urbanistica nelle scuole di Ingegneria: problemi e prospettive*, in Munarin S., Velo L. (a cura di) *Italia 1945-2045. Urbanistica prima e dopo*, Donzelli, Roma.

La Greca P. (2009) *Coping with unexpected: new topics and players for research in planning*, “Symposium Trilogy of the Swiss Spatial Sciences Framework”, ETH, Zürich,

<http://www.multimedia.ethz.ch/conferences/2009/S3/F/?doi=10.3930/ETHZ/AV-8428150d-2e43-4868-ad54-9cd43e26dadf&autostart=false>

La Greca P. (2012) “From Urban Design to Regional Policies: A New Role for Planners in Italy”, in Scholl B. (a cura di) *Higher Education in Spatial Planning. Positions and Reflections*, Hochschulverlag AG – ETH, Zürich.

Morin E. (1999) *La tête bien faite*, Euil, Paris trad. it: *La testa ben fatta*, Raffaello Cortina, Milano, 2000.

Rifkin J. (2000) *The Age of Access*, Penguin Putnam Inc, New York, trad. it (2000) *L'era dell'accesso*, Mondadori, Milano.

Palermo P.C. (2016) *Commento al Libro di Gigi Mazza, Spazio e Cittadinanza. Politiche e Governo del Territorio*, Casa Bene Comune.

PRESENTAZIONE DEL LIBRO CATANIA ARCHEOLOGICA E CITTÀ

Redazionale



In occasione dell'incontro a Firenze dei lavori del Salone Internazionale dell'Archeologia, ad apertura dei lavori è stato presentato un workshop su Savethe city ("salvare la città"), racchiuso in Monografia dalla quale è scaturito il libro CATANIA ARCHEOLOGICA E CITTÀ, organizzato dall'Istituto IBAM di Catania (Istituto Beni Archeologici e Monumentali) del CNR, diretto da Daniele Malfitano. Il volume di Archeologia, paesaggio e sviluppo sostenibile della città di Catania di 400 pagine è stato realizzato, con responsabilità organizzativa e di ricerca del direttore prof. Daniele Malfitano, dal ricercatore Giuseppe Cacciaguerra impegnato in molti progetti archeologici italiani ed esteri e dal responsabile dell'OPENCITY Antonio Mazzaglia, ricercatore esperto di sistemi informativi territoriali e di tecnologie applicate, collaborati da un gruppo di giovani studiosi di archeologia facenti parte dell'Istituto catanese.

Il contenuto è anche una vasta piattaforma tecnico-culturale con i progetti OPENCITY e GIS E WEBGIS, strumenti e tecnologie per una pianificazione partecipata delle città storiche, con la funzione di banca dati, per lo sviluppo sostenibile di future iniziative urbane ed attività di divulgazione culturali, comprese quelle scolastiche. Risultati raggiunti a seguito di lavoro di concertazione, condiviso con i numerosi enti istituzionali preposti ai comuni obiettivi di tutela e sviluppo urbano, per consegnare al futuro importanti elementi d'identità della comunità catanese con le sue tradizioni e la sua millenaria storia scaturente dalle sue pluri-stratificazioni culturali, delle quali il vulcano Etna, con le sue sommovimentazioni e colate laviche ne è protagonista primario.

Importante dunque la divulgazione culturale dei capitoli di indagine geofisiche che riguardano il progetto OPENCITY, LE PIATTAFORME GIS E WEBGIS. Ma anche, gli importanti riferimenti a personalità culturali quali: Defour, Ferrara, Fichera, Giarrizzo, Libertini, Orsi, Pagnano, Paternò Castello, Sciuto Patti, riportati nel capitolo delle "Abbreviazioni Bibliografiche", dalle quali si possono approfondire storia e studi sul territorio catanese.

Con il saluto dell'Amministrazione Comunale rappresentato dall'assessore alla cultura Licandro, l'adesione ed il contributo dell'Ordine e della Fondazione degli ingegneri della Provincia di Catania, portato dai rispettivi presidenti Santi Cascone e Mauro Scaccianoce e l'importante contributo culturale di Paolo La Greca Ordinario di Tecnica e Pianificazione Urbanistica dell'Università degli Studi di Catania, la direttrice della Soprintendenza ai monumenti Mirella Patanè, il volume è stato presentato nelle Biblioteche riunite Civica ed Ursino Recupero dell'ex Convento del monastero dei Benedettini, con la presenza di personalità catanesi della cultura e delle professioni, riscuotendo consenso ed apprezzamento, per i risultati scientifici importanti raggiunti quale strumento capace di accrescere, attraverso la libera condivisione dei dati, la conoscenza collettiva, che favorirà la futura pianificazione e tutela territoriale.

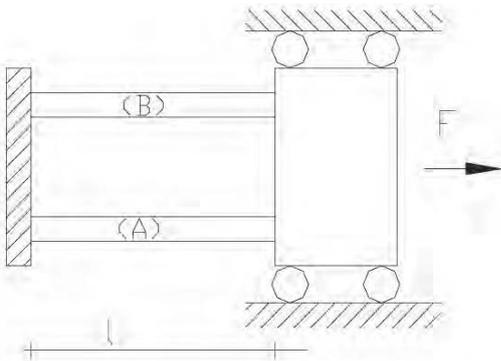
Tra le significative conclusioni, Emanuele Papi, direttore della Scuola Archeologica Italiana di Atene, annuncia che il Volume presentato, nei programmi del Consiglio Nazionale delle Ricerche, è il primo di una serie monografica destinata ad approfondire ogni singolo aspetto della storia e della cultura di Catania. La divulgazione dei risultati raggiunti dall'attività scientifica dell'IBAM, con l'obiettivo della ricerca fatta "nella città e per la città", rappresenterà una importante banca dati della piattaforma GIS e del WebGIS, che raccogliendo e mettendo a disposizione liberamente i risultati scientifici ottenuti, ogni iniziativa di pianificazione sul paesaggio potrà essere gestita correttamente, su base geospaziale applicati alla complessa stratificazione urbana della città di Catania.

UNA CONTROINDICAZIONE NEL RINFORZO STRUTTURALE

di Mario Grasso

Premesse. Con quanto segue, non si intende appor-
tare nulla di nuovo nel campo della “scienza e tecni-
ca delle costruzioni”; diversamente, si vuole attenzio-
nare su una contro indicazione piuttosto insidiosa in
quanto di poco conto nella maggior parte delle circo-
stanze applicative e quindi trascurata quasi ordinarie-
mente nelle problematiche strutturali minori, ma che
potrebbe risultare preponderante in certe particolari
condizioni. Si stà parlando del rinforzo parziale di un
elemento strutturale facente parte di una struttura.

Consideriamo il seguente schema strutturale,
costituito da due aste “A” e “B”, sottoposto ad una
forza di trazione “F”.



Asta	Area sezione	Modulo elastico	Modulo resistenza a trazione
A	A_a	E_a	$(AE)_a$
B	A_b	E_b	$(AE)_b$

Fig. 1 Schema iniziale struttura

Dalle condizioni:

$$F = F_a + F_b \quad \text{di equilibrio}$$

$$\delta_a = \delta_b \quad \text{uguaglianza spostamenti}$$

si valutano le forze agenti sulle aste

$$F_a = \frac{(AE)_a \times F}{(AE)_a + (AE)_b} \quad \text{Forza su asta (A)} \quad (1)$$

$$F_b = \frac{(AE)_b \times F}{(AE)_a + (AE)_b} \quad \text{Forza su asta (B)} \quad (2)$$

Cosa succede se un tratto generico di asta (B) viene rinforzata?

Consideriamo lo schema seguente, dove si è aggiun-
to (incollato) in un tratto dell’asta (B), un elemento
di rinforzo con area sezione “DA” e modulo elastico
“DE”.

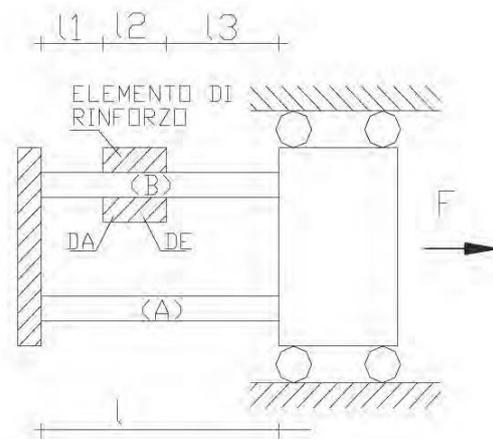


Fig. 2 Schema modificato con asta “B” parzialmente rinforzata

Si indicano inoltre con F_{af} ; F_{bf} , le forze finali agenti
sulle aste “A” e “B” rispettivamente secondo questo
ultimo schema.

Calcolo rigidezza equivalente “(AE)e”, del tratto rinforzato. (Caso molle in parallelo)

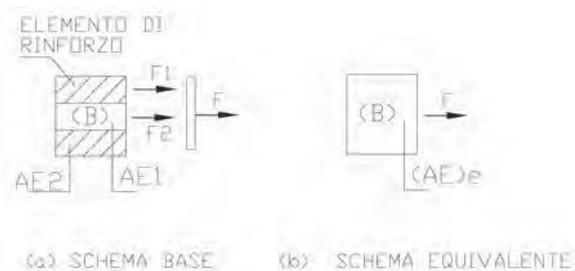
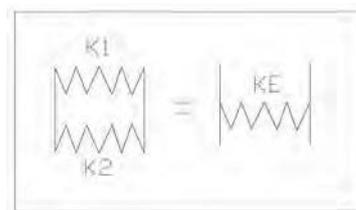


Fig. 3

Dalle condizioni: $F = F_1 + F_2$ di equilibrio

si valuta $\delta_1 = \delta_2 = \delta_{equiv}$ uguaglianza spostamenti
 $(AE)e = (AE)1 + (AE)2$ (3)

Calcolo rigidezza equivalente “(AE)be” a trazione asta “B”, con tratto parzialmente rinforzato. Caso di molle in serie.

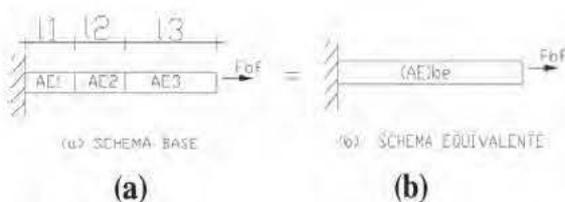
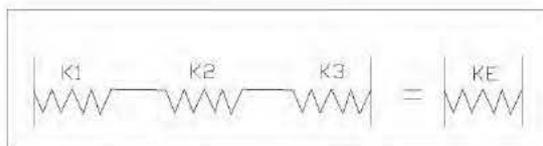


Fig. 4

Dallo schema fig. 4(a), si ha

Allungamento tratto “11”

$$\delta_1 = (F_{bf} \times l_1) / (AE)1$$

Allungamento tratto “12”

$$\delta_2 = (F_{bf} \times l_2) / (AE)2 \quad \text{con } (AE)2 = (AE)e = (3)$$

Allungamento tratto “13”

$$\delta_3 = (F_{bf} \times l_3) / (AE)3$$

e per tutta l’asta “B” si ha

$$\delta_{bf} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = F_{bf} \sum (l_i / (AE)i) \quad \text{per } i = 1, 2, 3$$

Dallo schema fig. 4(b), si ha

$$\delta_{bf} = (F_{bf} \times l) / (AE)be$$

da cui si valuta il modulo di resistenza equivalente a trazione (AE)be, asta “B”

$$(AE)be = l / \sum (l_i / (AE)i) \quad \text{per } i = 1, 2, 3 \quad (4)$$

Pertanto, lo schema di figura (2), a parte i valori delle rigidezze, diventa equivalente a quello di fig. (1), ovvero:

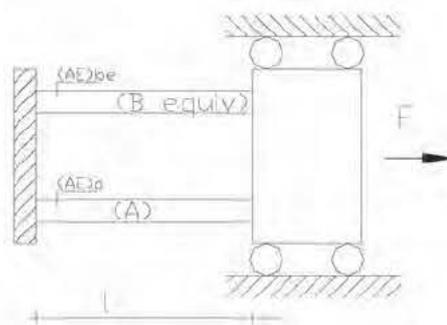


Fig. 5 Schema equivalente allo schema fig. 1 iniziale

risultando:

$$F_{af} = \frac{(AE)a \times F}{(AE)a + (AE)be} \quad \text{Forza finale su asta (A)} \quad (5)$$

$$F_{bf} = \frac{(AE)be \times F}{(AE)a + (AE)be} \quad \text{Forza finale su asta (B)} \quad (6)$$

Con: $F_{af} < F_a$ $F_{bf} > F_b$

Esempio numerico

Con riferimento allo schema fig. 1, si pone:

Forza applicata a trazione $F = 100.000 \text{ N}$

Lunghezza aste $l = 400 \text{ cm}$

Tensione limite $\sigma l = 25.000 \text{ N/cm}^2$

Caratteristiche aste:

Asta	Area sezione cm^2	Modulo elastico $E \text{ (N/cm}^2\text{)}$	Modulo resistenza a trazione $AE \text{ (N)}$
A	2	2.500.000	5.000.000
B	2	2.500.000	5.000.000

Dalle (1) e (2), si ricava

$$F_a = F_b = 50.000 \text{ N} \rightarrow \sigma_a = \sigma_b = 25.000 \text{ N/cm}^2$$

Consideriamo il caso in cui l’asta “B”, dopo un primo tratto $l_1 = 150 \text{ cm}$, viene rinforzata per un tratto lungo $l_2 = 30 \text{ cm}$ con una barra dello stesso tipo, avente area $DA = 2 \text{ cm}^2$ e modulo elastico $DE = 2.500.000 \text{ N/cm}^2$

Per il tratto rinforzato, da (3) si ricava:

$$(AE)e = (AE)1 + (AE)2 = 5.000.000 + 5.000.000 = 10.000.000 \text{ N}$$

E per tutta l’asta “B”, da (4) si ha:

$$(AE)be = l / \sum (l_i / (AE)i) = 5.194.805 \text{ N} \quad \text{per } i = 1, 2, 3$$

Da (5) e (6), si ricavano le forze finali sulle aste

$$F_{af} = \frac{(AE)a \times F}{(AE)a + (AE)be} = 49.045 \text{ N}$$

Forza finale su asta (A) $\rightarrow \sigma_a = 24522 \text{ N/cm}^2$

$$F_{bf} = \frac{(AE)_{be} \times F}{(AE)_a + (AE)_{be}} = 50.955 \text{ N}$$

Forza finale su asta "B".

Da cui: per i tratti ℓ_1 ed ℓ_3

$$\sigma_b = 25.478 \text{ N/cm}^2 > 25.000 \text{ N/cm}^2 \text{ (valore limite).}$$

Volendo mantenere la struttura in sicurezza, e quindi con $\sigma_b \leq 25.000 \text{ N/cm}^2$, si deve ridurre il modulo della forza "F" applicata al valore $F=98.126 \text{ N}$, ovvero si è abbassata la capacità portante della struttura nel suo complesso.

Ripetendo l'esercizio nel caso limite

$\ell_1 = \ell_3 = 1 \text{ cm}$; $\ell_2 = 398 \text{ cm}$, ovvero quasi per l'intera lunghezza, risulta:

$$(AE)_{be} = \ell / \sum (\ell_i / (AE)_i) = 9.950.249 \text{ N}$$

$$F_{af} = 33.444 \text{ N} \text{ Forza finale su asta (A)} \rightarrow \sigma_a = 16.722 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{bf} = 66.556 \text{ N} \text{ Forza finale su asta (B)} \rightarrow \sigma_b = 33.278 \text{ N/cm}^2$$

(tratti ℓ_1 ed ℓ_3)

La differenza di sforzo e tensione risulta notevole, ed ancor di più nel caso di rinforzo maggiormente rigido, ovvero con grandezze "DA" e "DE" di valore crescente.

In questo caso, volendo mantenere la struttura in sicurezza, si deve ridurre la forza applicata al valore $F= 75.000 \text{ N}$.

Ripetendo nel caso $\ell_1 = \ell_3 = 0$; $\ell_2 = 400 \text{ cm}$, ovvero rinforzo dell'intera lunghezza, risulta:

$$(AE)_{be} = \ell / \sum (\ell_i / (AE)_i) = 10.000.000 \text{ N}$$

$$F_{af} = 33.333 \text{ N}$$

$$\text{Frza finale su asta (A)} \rightarrow \sigma_a = 16.667 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{bf} = 66.666 \text{ N}$$

$$\text{Forza finale su asta (B)} \rightarrow \sigma_b = 16.667 \text{ N/cm}^2$$

Si elimina l'incremento di tensione nell'asta "B" parte non rinforzata, e si riduce la tensione su ambedue le aste, e a meno di rivedere il punto di applicazione di "F" per l'insorgere di eccentricità tra "F" e $(F_{af} + F_{bf})$, risulta aumentata la capacità portante della struttura a $F= 150.000 \text{ N}$.

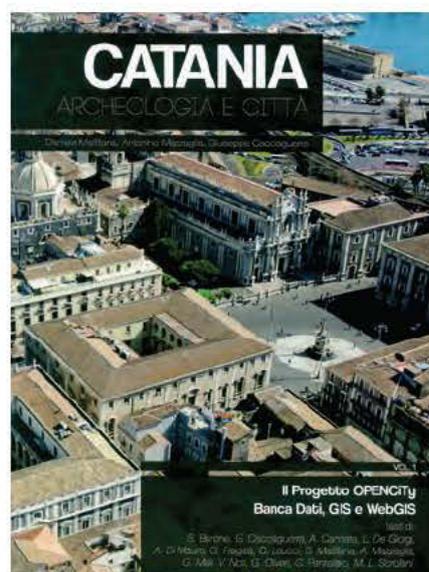
Conclusioni e morale della trattazione

Con la esposta trattazione, si evidenzia quindi:

- rinforzare un elemento strutturale può essere una tecnica per trasferire quota parte di sforzo da un'asta ad altra;
- risulta opportuno estendere il rinforzo per l'intera lunghezza asta, al fine di non rendere la stessa vulnerabile nei tratti non rinforzati (la controindicazione).

Si sottolinea che ogni caso va esaminato con riferimento alle reali condizioni al contorno (vincoli, sollecitazioni, materiali).

RECENSIONI





WWW.ORDING.CT.IT
INFORDING@ORDING.CT.IT

SEGUICI SU FACEBOOK



ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CATANIA



Fondazione Ordine Ingegneri
Provincia di Catania

Segui la nostra pagina Facebook



Fondazione Ingegneri Catania

www.fonding.ct.it

info@fonding.ct.it