



SERVIZI DI VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL PON INFRASTRUTTURE E RETI 2014/2020

GLI INTERVENTI ITS: IL CASO STUDIO ANAS – SMART ROAD

DICEMBRE 2024



Università
Bocconi

GREEN

Centro di ricerca sulla geografia,
le risorse naturali, l'energia,
l'ambiente e le reti

1	Sicura, Multimediale, Aperta, Rinnovabile e Tecnologica: la nuova era della strada.....	2
1.1	Il contesto in cui originano le Smart Road	2
1.2	Il Programma “Anas Smart Road” e il Programma Operativo Nazionale “Infrastrutture e Reti”	3
1.3	Alla scoperta delle Smart Road: le principali caratteristiche degli interventi finanziati	5
1.4	Come i fattori esterni hanno influenzato l’attuazione dei progetti Smart Road.....	7
1.5	Il valore aggiunto del PON ieR.....	8
1.6	Considerazioni conclusive.....	9

1 Sicura, Multimediale, Aperta, Rinnovabile e Tecnologica: la nuova era della strada

1.1 Il contesto in cui originano le Smart Road

Il concetto di Smart Road si inserisce nel contesto più ampio dei sistemi di trasporto, che rivestono un ruolo fondamentale nello sviluppo economico e sociale di ogni Paese. D'altronde, un sistema di trasporto efficiente è essenziale per creare nuovi mercati, potenziare quelli esistenti e sostenere una crescita economica forte e la sfida di rimanere competitivi in un mercato globale richiede un'ottimizzazione del sistema di trasporto per sfruttare appieno le opportunità offerte dai cambiamenti nell'economia e nelle abitudini di mobilità.

Negli ultimi anni, l'evoluzione del concetto di mobilità ha dato sempre maggiore risalto al trasporto intermodale, che combina diversi modi di viaggiare in un'unica soluzione e, così facendo, determina una maggiore complessità nel gestire il flusso di persone e merci, con potenziali conseguenze sulla congestione stradale e sulla sicurezza.

Per affrontare queste sfide, è essenziale **ottimizzare l'utilizzo delle infrastrutture e migliorare la gestione della mobilità** e gli **Intelligent Transport Systems** (ITS), introdotti a livello europeo dalla **Direttiva 2010/40/UE**¹, rappresentano una prima risposta perché promuovono l'ottimizzazione dell'uso dei dati relativi alle strade e al traffico, la continuità dei servizi di gestione del traffico e della sicurezza stradale e il collegamento tra veicoli e infrastrutture stradali.

In linea con la Direttiva 2010/40/UE, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha adottato nel 2014 il **Piano Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto (ITS)** che definisce le azioni necessarie per l'implementazione degli ITS nei successivi cinque anni, delineando le aree di intervento prioritarie che includono l'uso ottimale dei dati relativi alle strade, al traffico e al trasporto di merci (*settore prioritario 1*), la continuità dei servizi ITS di gestione del traffico e del trasporto di merci (*settore prioritario 2*), le applicazioni ITS per la sicurezza stradale e la sicurezza del trasporto (*settore prioritario 3*) e il collegamento tra i veicoli e l'infrastruttura stradale (*Vehicle-to-Infrastructure, V2I*) (*settore prioritario 4*).

Gli studi condotti sull'implementazione degli ITS² hanno dimostrato vantaggi tangibili in termini di riduzione dei tempi di viaggio, aumento della capacità della rete stradale, diminuzione degli incidenti e delle congestioni, nonché riduzione delle emissioni inquinanti e dei consumi energetici. Tuttavia, per sfruttare appieno i vantaggi offerti dagli ITS, è necessaria una trasformazione digitale dei sistemi di trasporto e delle infrastrutture stradali che implica l'adozione di tecnologie in grado di supportare lo scambio di informazioni tra i vari attori coinvolti nel sistema di trasporto, sia tra veicoli che tra veicoli e infrastrutture.

In tale contesto, la progressione naturale del Piano Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto del MIT è l'elaborazione del *Position Paper* del MIT **"Standard funzionali per le Smart Road"** (2016) che rappresenta il primo passo verso la trasformazione digitale delle infrastrutture stradali, con l'obiettivo di creare un sistema tecnologico che favorisca l'interoperabilità tra infrastrutture e veicoli, adattando le infrastrutture alle nuove modalità di trasporto e offrendo servizi innovativi per utenti e gestori di infrastrutture.

La trasformazione digitale è stata accolta pienamente da Anas per rispondere alle crescenti esigenze di gestione della rete stradale e degli utenti. Il **Programma "Anas Smart Road"**, istituito proprio nel 2016, nasce per promuovere un nuovo modello di mobilità che mette gli utenti al centro dell'attenzione del gestore stradale, con l'obiettivo di garantire sicurezza, connettività, innovazione e preparare le infrastrutture stradali per la guida autonoma, e trova nel **Contratto di Programma 2016-2020**³ tra il MIT e Anas S.p.A. (di seguito Anas) le prime indicazioni rispetto alle risorse necessarie per realizzare gli investimenti.

E in effetti le Smart Road, che verranno definite dal **Decreto del Ministero Infrastrutture e trasporti del 28 febbraio 2018 "Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e**

¹ La Direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 7 luglio 2010, sul quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto. In Italia, la Direttiva 2010/40/UE è stata recepita con il Decreto Legge n. 179 del 2012 "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese" (convertito nella Legge n. 221 del 2012) e con il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti (ITS) in Italia" (del 1° febbraio 2013, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.72 del 26-03-2013), che promuove la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti, specificando le azioni e i settori di intervento per favorire lo sviluppo degli ITS.

² Singh B., Gupta A. (2015), *Recent trends in intelligent transportation systems: a review*, Journal of Transport Literature, 9(2), 30-34.

³ Il Contratto di Programma 2016-2020 tra il MIT e Anas prevede che lo stesso dovrà essere aggiornato in coerenza con le norme tecniche per le Smart Road che verranno emanate a breve con un Decreto Ministeriale e che dovrà tenere conto negli interventi delle indicazioni emerse dalle Linee guida relative agli "standard funzionali per le Smart Road".

automatica” come una “*infrastruttura stradale per le quali è compiuto un processo di trasformazione digitale orientato a produrre piattaforme di osservazione e monitoraggio del traffico, modelli di elaborazione dei dati e informazioni, servizi avanzati ai gestori delle infrastrutture, alla pubblica amministrazione e agli utenti della strada*”, costituiscono la **risposta ad una serie di fabbisogni essenziali che si allineano con gli obiettivi di sicurezza, innovazione tecnologica e sviluppo sostenibile**.

Innanzitutto, le tecnologie di guida connessa e le Smart Road possono migliorare la **sicurezza stradale** attraverso il monitoraggio in tempo reale delle condizioni del traffico e l’interazione con i veicoli per prevenire incidenti. Questo monitoraggio permette non solo di rilevare e segnalare tempestivamente eventuali pericoli, ma anche di implementare misure preventive per ridurre il rischio di incidenti stradali e migliorare la rapidità della risposta ai sinistri.

In secondo luogo, le soluzioni di Smart Road, mediante sistemi di gestione intelligente del traffico, possono ottimizzare i flussi veicolari, diminuendo i tempi di percorrenza, riducendo significativamente gli ingorghi, aumentando l'**efficienza complessiva del sistema di trasporto**.

Oltre agli aspetti di sicurezza ed efficienza del traffico, investire in soluzioni di Smart Road e guida connessa può **stimolare l’innovazione tecnologica e la ricerca**, creando nuove opportunità di sviluppo per le aziende e per le start-up.

Infine, **dal punto di vista ambientale**, le Smart Road contribuiscono a una significativa riduzione delle emissioni inquinanti attraverso una gestione più efficiente del traffico che consente di ridurre il consumo di carburante e le emissioni di gas serra, contribuendo a una maggiore sostenibilità ambientale.

1.2 Il Programma “Anas Smart Road” e il Programma Operativo Nazionale “Infrastrutture e Reti”

Nell’ambito della Linea di intervento II.2.2. “Realizzare piattaforme e strumenti intelligenti di info-mobilità per il monitoraggio e la gestione dei flussi di traffico di merci e di persone (principalmente sistemi ITS, sistemi informativi e soluzioni gestionali, strumenti di monitoraggio del traffico, ecc.)” del PON Infrastrutture e Reti 2014-2020 (di seguito PON IeR), nel maggio 2016 l’Autorità di Gestione ha diffuso un avviso di manifestazione di interesse cui ha prontamente risposto Anas che, come anticipato, stava già lavorando da tempo sullo sviluppo di un programma di Smart Road che, attraverso la *Digital Transformation*, consentisse di perseguire il miglioramento della sicurezza e della fruibilità delle strade.

Peraltra nel 2016 Anas, oltre ad aver definito il Programma “Anas Smart Road” e ad aver contribuito all’individuazione degli “Standard funzionali per le Smart Road” definiti dal MIT, era da tempo dotata di un sistema chiamato *Road Management Tool* (RMT) costituito da una rete di sale operative dislocate su tutto il territorio nazionale che, grazie all’utilizzo di telecamere e sezioni di conteggio e classificazione dei veicoli, raccoglievano e gestivano i dati relativi alla sicurezza e alla sorveglianza delle strade⁴. Un approccio integrato che già allora era in grado di garantire un monitoraggio costante e una gestione proattiva delle infrastrutture stradali e che, in quanto tale, offriva un contesto particolarmente favorevole allo sviluppo delle Smart Road.

Il progetto proposto da Anas - e finanziato dal PON IeR⁵ per 21 milioni di euro - consiste nell’installazione di un’infrastruttura tecnologica avanzata Smart Road per la connettività di utenti e operatori Anas sull’A2 Autostrada del Mediterraneo nel tratto dallo svincolo di Morano Castrovilli allo svincolo per l’aeroporto di Lamezia Terme (tratto azzurro evidenziato nella Figura 1.1), scelto in ragione di un alto livello di traffico: una volta sperimentata la Smart Road in una strada così trafficata, e che, in quanto tale, poteva consentire . Si tratta di una zona particolarmente trafficata

A distanza di tre anni, nel giugno 2019 il PON pubblica un nuovo avviso pubblico di manifestazione di interesse per la formulazione di proposte progettuali nell’ambito della Linea di intervento II.2.2 per “Realizzare piattaforme e strumenti intelligenti di info-mobilità per il monitoraggio e la gestione dei flussi di traffico di merci e persone, principalmente sistemi ITS, sistemi informativi e soluzioni gestionali, strumenti di monitoraggio del traffico, ecc.” in risposta alla quale vengono presentati da Anas tre interventi:

- Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 1 dallo svincolo di Fisciano (km 0+000) allo svincolo di Eboli (km 35+400) (€ 3.480.000);

⁴ Le sale operative territoriali sono coordinate da una sala operativa centrale dove convergono tutti i dati raccolti in modo da poter disporre di un monitoraggio continuo e dettagliato della rete stradale.

⁵ Presa d’atto del 22 giugno 2017.

- Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 2 dallo svincolo di Eboli (km 35+400) allo svincolo di Petina (km 64+800) (€ 3.480.000);
- Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 3 dallo svincolo di Petina (km 64+800) allo svincolo di Sala Consilina (km 92+400) (€ 2.990.000);

tutti e tre finanziati dal PON per un importo complessivo di 9,95 milioni di euro (tratto azzurro e blu evidenziati nella Figura 1.1).

Tabella 1.1 – Gli interventi Smart Road finanziati dal PON leR

Denominazione intervento	Finanziamento FESR	Finanziamento Fondo di rotazione	Finanziamento totale
Installazione di un'infrastruttura tecnologica avanzata Smart Road per la connettività di utenti e operatori Anas sull'autostrada A2 Autostrada del Mediterraneo	15.750.000	5.250.000	21.000.000
Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 1 dallo svincolo di Fisciano (km 0+000) allo svincolo di Eboli (km 35+400)	2.610.000	870.000	3.480.000
Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 2 dallo svincolo di Eboli (km 35+400) allo svincolo di Petina (km 64+800)	2.610.000	870.000	3.480.000
Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 3 dallo svincolo di Petina (km 64+800) allo svincolo di Sala Consilina (km 92+400)	2.245.500	747.500	2.990.000
	23.212.500	7.737.500	30.950.000

Fonte: Presa d'atto dell'Autorità di Gestione del PON Infrastrutture e Reti 2014-2020 del 23 aprile 2024.

I quattro interventi finanziati dal PON per un importo totale di 30,95 milioni di euro, cui si sono aggiunti altri 5 milioni di euro originati dal Contratto di Programma, hanno consentito di realizzare progetti per un costo complessivo di 46,7 milioni di euro totale su un progetto di infrastrutturazione della rete ANAS che richiede oltre 250 milioni di euro.

Figura 1.1 – Il programma Anas Smart Road sul territorio nazionale



Fonte: Anas S.p.A., <https://www.stradeanas.it/it/smartroad>

1.3 Alla scoperta delle Smart Road: le principali caratteristiche degli interventi finanziati

Lo sviluppo infrastrutturale si configura come un progetto comprensivo di digitalizzazione dell'infrastruttura o, meglio - come definito nella vision Anas - come “**un insieme di infrastrutture tecnologiche che puntano alla sostenibilità e al miglioramento della sicurezza e della fruibilità delle strade attraverso la Digital Transformation (DT), ovvero un processo dinamico che realizza servizi e soluzioni moderne**”, implementando piattaforme abilitanti e infrastrutture basate su quattro elementi principali:

- il **sistema di comunicazione**, ovvero l'infrastruttura tecnologica per lo sviluppo dei servizi della Smart Road per la connettività di persone e degli strumenti informatici, dei veicoli e delle infrastrutture. Il sistema è composto da segmenti indipendenti e connessi, ciascuno di lunghezza compresa tra i 25 e i 35 km, e composti da rete a fibra ottica, due sistemi wireless che si interfacciano con i principali protocolli di comunicazione, e sistemi di controllo locale e centrale;
- il **sistema energia**, composto da aree denominate Green Island, impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili, una connessione alla rete elettrica nazionale, un sistema di trasformazione ed un sistema di distribuzione dell'energia elettrica;
- gli **Open Data e Big Data** aperti, in modo da generare dati e informazioni utili per il gestore dell'infrastruttura, per i viaggiatori, per le autorità e per gli enti di pianificazione, e fruibili nel rispetto della normativa vigente della privacy e in linea con l'applicazione del principio della privacy by design;
- l'**Internet of Things (IoT)**, basato su sensori per il monitoraggio dell'infrastruttura e del traffico.

Per realizzare l'infrastruttura tecnologica del **sistema di comunicazione** è stato necessario individuare uno strumento che fosse in grado di raccogliere direttamente dalla strada i dati e trasformarli in informazioni. La soluzione maggiormente funzionale identificata è stata quella di ideare *ex novo* e realizzare dei **pali di rilevamento** - i pilastri centrali della nuova infrastruttura Smart Road - in grado di inviare informazioni utili sia ai conducenti di oggi che ai veicoli a guida autonoma di domani.

La creazione dei pali di rilevamento è stata affidata allo studio di progettazione e innovazione Carlo Ratti Associati (CRA)⁶, in modo da poter disporre di una soluzione tecnologica funzionale e dal design innovativo che non solo ha risposto pienamente alle aspettative iniziali, ma le ha superate, consentendo di brevettare il palo di rilevamento.

Box 1.1 – I pali di rilevamento delle Smart Road

I pali di rilevamento, verniciati di nero per minimizzare l'impatto visivo e dotati di bande luminose colorate che consentono di monitorare il loro funzionamento, sono cavi in modo da consentire di **inserire tutta la tecnologia** (p.es. telecamere digitali o altri strumenti e tecnologie) **all'interno**. Vengono collocati a intervalli regolari (ogni 250-300 metri per gli interventi Smart Road finanziati dal PON) lungo la rete stradale in modo da consentire una copertura visiva totale, integrano una molteplicità di sensori e servizi di connessione Wi-Fi per il monitoraggio in movimento.

Grazie ai sensori che misurano variabili ambientali come l'inquinamento atmosferico, la velocità del vento, l'umidità e i cambiamenti meteorologici, il sistema è in grado di **fornire aggiornamenti immediati e precisi non solo sul traffico, ma anche su una serie di aspetti ambientali**.

Inoltre, attraverso l'utilizzo di sistemi di riconoscimento facciale, su richiesta delle forze dell'ordine, i pali di riconoscimento possono essere utilizzati anche per questioni di **sicurezza**.

I dati raccolti vengono trasferiti al sistema che, in tempo reale, può informare i conducenti delle condizioni della strada da percorrere trasmettendo informazioni direttamente e in modo personalizzato ai telefoni cellulari o ai sistemi di navigazione di bordo dei veicoli, che possono a loro volta inviare feedback al sistema, creando un **ciclo di comunicazione continua e miglioramento delle condizioni stradali**.



⁶ Diretto da Carlo Ratti, professore al Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Boston.

Sempre rispetto al **sistema di comunicazione**, la Smart Road è progettata in modo da:

- **disporre di due sistemi di comunicazione wireless**, il primo per la guida autonoma o semiautomatica; il secondo - denominato “wi-fi in motion” - in grado di assicurare il trasferimento di dati senza interruzione anche a 130 km orari in modo da connettere i *device mobile* degli utenti della strada per usufruire gratuitamente dei servizi di infomobilità e per la sicurezza e comfort di viaggio;
- **garantire i servizi C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) basati sulle comunicazioni interveicolari (Vehicle-To-Vehicle V2V) e tra veicoli e infrastrutture di trasporto (Vehicle-To-Infrastructure V2I)**, predisponendole per integrare la prossima tecnologia 5G. A tal fine è stata realizzata una valutazione per identificare quali tra le applicazioni C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) già mature⁷ potessero essere riprogettate per la fruizione dei servizi Smart Road indirizzate alla mobilità cooperativa bidirezionale.

In relazione al **sistema energia**, il progetto Smart Road si caratterizza, inoltre, per la realizzazione di apposite aree denominate **Green Island**, in cui sono collocati i sistemi di:

- **generazione di energia da fonte rinnovabile**, con un sistema di accumulo che garantisce la continuità di alimentazione durante le ore di mancata produzione;
- **distribuzione dell'energia** sia per il funzionamento all'interno della Green Island sia per l'alimentazione di tutti gli apparati della Smart Road per il modulo di propria competenza, generalmente di 30 km circa.

La Green Island della Smart Road finanziata dal PON IeR, una delle prime infrastrutture tecnologicamente avanzate in Europa, si colloca nell'area di parcheggio Contessa Soprana tra gli svincoli di Montalto e Torano, in provincia di Cosenza. Rispetto alle previsioni iniziali di costruire quattro Green Island lungo l'intero tratto interessato dalla Smart Road, è stato necessario rivedere la progettazione a causa della difficoltà evidenziata dal gestore elettrico di collegare i quattro siti alla rete nazionale. Il mantenimento della previsione iniziale, infatti, avrebbe richiesto oltre tre anni di lavori (e quattro milioni di euro) aggiuntivi, che avrebbero determinato una dilatazione tale del cronoprogramma dell'intervento, da non consentire il rispetto della tempistica stabilita dal PON IeR, ossia che i lavori fossero conclusi e i pagamenti erogati entro il 31 dicembre 2023.

La **Green Island di Contessa Soprana** è stata potenziata rispetto a quella inizialmente prevista, in modo da poter supplire alla mancanza delle tre Green Island non realizzate, e consiste in un edificio tecnologico, un'area di parcheggio per i mezzi pesanti, un piazzale con installazione di pensiline prefabbricate con impianto fotovoltaico, oltre che attrezzi e servizi per gli utenti, quali stazioni di ricarica di veicoli elettrici, aree a verde e illuminazione. In particolare, sono stati installati degli shelter, ossia cabine provviste di impianto di condizionamento in modo da assicurare le migliori condizioni ambientali di funzionamento, che ospitano i nodi di segmento, vale a dire i punti strategici lungo la rete stradale dove sono stati collocati i vari dispositivi e tecnologie per la gestione e il monitoraggio delle infrastrutture stradali. Gli shelter sono stati collegati all'impianto solare, anch'esso potenziato - una capacità aumentata di dieci volte rispetto alla previsione iniziale - per garantire l'alimentazione continua.

⁷ Per la categoria **Sicurezza Stradale attiva**: Segnalazione presenza mezzi di soccorso; Segnalazione veicolo lento; Alert collisione in prossimità di intersezione; Segnalazione Motociclista; Luce di Stop di emergenza elettronica in frenata; Alert percorrenza contromano; Segnalazione veicolo fermo causa incidente; Segnalazione veicolo fermo causa panne ; Segnalazione condizioni di traffico; Segnalazione violazione segnaletica stradale; Segnalazione presenza cantiere stradale; Alert rischio di incidente; Dati provenienti dal veicolo/luogo rischioso; Dati provenienti dal veicolo/precipitazioni atmosferiche; Dati provenienti dal veicolo/aderenza al manto stradale; Dati provenienti dal veicolo/visibilità; Dati provenienti dal veicolo/vento. Per la categoria **Efficienza Traffico**: Notifica limiti di velocità; Velocità consigliata in prossimità semaforo; Informazioni traffico e itinerari consigliati; Segnalazione tratti chiusi/percorsi alternativi; Navigazione assistita; Ripetizione segnaletica stradale a bordo. Per la categoria **Servizi Cooperativi locali**: Notifica punti di interesse; Controllo automatico degli accessi e gestione aree di sosta; ITS per commercio elettronico; Media Downloading. Per la categoria **Servizi Internet**: Servizi assicurazione/finanza; Gestione flotta; Gestione zone di carico; Software veicolo/raccolta e aggiornamento dati; Taratura database veicolo.

Figura 1.2 – La Green Island di Contessa Soprana



Fonte: *Il Sole 24 Ore*, <https://stream24.ilsole24ore.com/video/italia/anas-completa-green-island-montalto-uffugo-autostrada-a2/AFsfYWhC>.

Per valorizzare appieno i dati raccolti dalla Smart Road e favorirne l'utilizzo da parte degli utenti, il progetto Smart Road, oltre che portali dedicati alla fruizione dei servizi, ha previsto la realizzazione (e la gestione) di un App per dispositivi mobili che, al momento dell'elaborazione del Rapporto, è in fase di test di carico, per verificare la capacità di sostenere un numero elevato di fruitori (150.000) e, nel contempo, di rispettare le regole della *cyber security*.

Infine, come anticipato nel Box 1.1, l'**Internet of Things (IoT)** ha consentito di integrare dispositivi e sensori connessi a Internet che raccolgono, scambiano e analizzano dati in tempo reale per migliorare la gestione, la sicurezza e l'efficienza delle infrastrutture stradali. Le applicazioni principali dell'IoT nella Smart Road di Anas riguardano:

- **sensori di traffico**, che monitorano congestioni, incidenti e velocità dei veicoli, e i cui dati possono essere utilizzati per ottimizzare la gestione del traffico in tempo reale, riducendo i tempi di viaggio e migliorando la sicurezza stradale;
- **sensori per il monitoraggio ambientale** che misurano le condizioni atmosferiche, come temperatura, umidità, qualità dell'aria e precipitazioni, e possono aiutare a prevedere e gestire situazioni critiche, come nebbia, ghiaccio o inquinamento;
- **sensori per la manutenzione predittiva** che, installati su ponti, viadotti e strade, monitorano l'integrità strutturale, rilevando vibrazioni, crepe e altri segni di deterioramento e permettono di programmare interventi di manutenzione prima che si verifichino guasti gravi, migliorando la sicurezza e riducendo i costi di riparazione.
- **veicoli connessi**, equipaggiati con dispositivi IoT che comunicano tra loro e con le infrastrutture stradali. Questa tipologia di comunicazione facilita la guida autonoma, la gestione delle flotte e l'ottimizzazione dei percorsi.

1.4 Come i fattori esterni hanno influenzato l'attuazione dei progetti Smart Road

Pressman e Wildavsky (1984) hanno evidenziato come le grandi aspettative di programmi nazionali spesso si scontrino con complessità amministrative e variabili esterne che possono influenzare l'esito degli interventi. E, infatti, anche nel caso dei progetti di Smart Road di Anas finanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) nell'ambito del PON leR si osserva come diversi fattori esterni abbiano influenzato l'implementazione degli interventi, in particolare l'"*Installazione di un'infrastruttura tecnologica avanzata Smart Road per la connettività di utenti e operatori Anas sull'autostrada A2 Autostrada del Mediterraneo*" (di seguito, Smart Road).

Come anticipato, il progetto Smart Road, oltre ai 21 milioni di euro del PON IeR, è stato realizzato anche grazie alle risorse previste dal Contratto di Programma 2016-2020 approvato dal Comitato interministeriale per la programmazione economica (CIPE) nell'agosto del 2017 e diventato efficace con la registrazione da parte della Corte dei Conti nel dicembre del 2017.

In aggiunta, la **pandemia di COVID-19** ha avuto un impatto indiretto sui progetti. Se le misure di *lockdown* non hanno inciso in modo significativo sulla tempistica dell'attuazione degli interventi, le interruzioni nelle usuali catene di approvvigionamento come Cina e Russia hanno obbligato Anas a rivolgersi a fornitori in Germania e negli Stati Uniti, con tempi di consegna nella fornitura della componentistica e dei materiali necessari che si sono ampiamente dilatati, determinato un ritardo di circa un anno. Si tratta di una situazione *in nuce* durante la pandemia, che si stata aggravata ulteriormente dagli effetti del conflitto tra Russia e Ucraina, determinando un aumento dei costi delle materie prime e dell'energia, complicando ulteriormente la pianificazione economica degli interventi. Questo contesto di incertezza ha reso più difficile il rispetto dei budget iniziali, richiedendo frequenti revisioni e adeguamenti finanziari. Anche la burocrazia italiana ha giocato un ruolo significativo, rallentando i processi autorizzativi e burocratici.

Come rilevato nel § 1.3, sull'attuazione del progetto Smart Road ha inciso l'**evoluzione tecnologica** che non sempre ha consentito ai progetti di svilupparsi così come immaginati (*cfr.* ridimensionamento delle Green Island da quattro a una per la difficoltà di riuscire a disporre dell'energia necessaria per quattro Green Island con tempistica e costi coerenti con quelli richiesti dal PON).

1.5 Il valore aggiunto del PON IeR

Sebbene l'ideazione del Programma "Anas Smart Road" sia avvenuta prima della pubblicazione nel maggio del 2016 della manifestazione di interesse per "Realizzare piattaforme e strumenti intelligenti di info-mobilità per il monitoraggio e la gestione dei flussi di traffico di merci e di persone" del PON IeR, le **risorse del Programma hanno avuto un ruolo fondamentale per lo sviluppo dei progetti Smart Road che**, secondo la percezione di Anas, **hanno rappresentato la scintilla che ha innescato tutta l'attività.**

Il finanziamento degli interventi Smart Road da parte del PON ha consentito di **adottare un approccio sperimentale** rendendo la prima tratta finanziata, dallo svincolo di Morano Castrovilli allo svincolo per l'aeroporto di Lamezia Terme, un modello dimostrativo in grado di mostrare come una complessa piattaforma digitale, supportata da tecnologie quali l'*Internet of Things*, l'intelligenza artificiale, i Big Data e una sensoristica avanzata – in sintesi, un nuovo modello di mobilità, la *Smart Mobility* - possa migliorare la sicurezza stradale e rendere più efficienti i flussi di traffico.

La **Smart Road Anas è stata concepita in maniera modulare**: ciascun modulo è costituito da un lotto funzionale che può essere replicato e collegato con altri moduli. L'installazione dei moduli consente una realizzazione flessibile, che permette di adattarsi alle risorse disponibili e alle necessità specifiche di ciascun tratto di strada. I quattro progetti finanziati dal PON⁸ non sono altro che un unico intervento - la Smart Road dell'Autostrada del Mediterraneo (A2) – composto da moduli che si connettono tra loro su una tratta molto trafficata, selezionata proprio nell'ottica che la sperimentazione potesse avvenire in un contesto nel quale fosse possibile raccogliere un ampio spettro di dati e informazioni, per testare al meglio le potenzialità del sistema.

Peraltro, l'ampia dotazione di risorse del PON ha consentito di **implementare un sistema ottimale**, demandando ad una fase successiva la verifica dell'opportunità di implementare in altre strade/autostrade moduli equivalenti a quelli testati nell'A2 oppure apportare delle modifiche in modo da avere interventi comunque efficienti, ma con un dispendio inferiore di risorse. Si pensi, a titolo esemplificativo, alla questione della distanza rispetto alla quale collocare i pali di rilevamento. Nel caso della tratta dell'A2 finanziata dal PON è stato posto un palo ogni 250-300 metri, in modo tale da consentire una visione del 100% della sede stradale. Tuttavia, nel *trade off* tra avere strade infrastrutturate in maniera capillare, ma una copertura della rete parziale, e avere l'intera rete stradale (di circa 6.700 km) tecnologicamente infrastrutturata nel minor tempo possibile, il mantenimento della distanza di 250-300 metri per i pali di rilevamento per tutta la rete interessata dal Programma Smart Road è stato ritenuto insostenibile, in quanto eccessivamente dispendioso. **L'esperienza condotta grazie agli interventi del PON ha aiutato Anas ad accrescere le proprie conoscenze sulle Smart Road** e, così, a individuare dei criteri da adoperare in relazione alle caratteristiche di

⁸ Installazione di un'infrastruttura tecnologica avanzata Smart Road per la connettività di utenti e operatori Anas sull'autostrada A2 Autostrada del Mediterraneo; Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 1 dallo svincolo di Fisciano (km 0+000) allo svincolo di Eboli (km 35+400); Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 2 dallo svincolo di Eboli (km 35+400) allo svincolo di Petina (km 64+800); Smart Road Anas A2 / Fisciano - Sala Consilina. Modulo 3 dallo svincolo di Petina (km 64+800) allo svincolo di Sala Consilina (km 92+400).

ciascuna tratta (p.es. in strade altamente trafficate quali il Grande Raccordo Anulare di Roma è stata mantenuta la distanza di 300 metri che consente un ottimale utilizzo del *wi-fi in motion*, mentre per altre sedi stradali lo spazio tra due pali verrà ampliato).

La validità delle Smart Road realizzate grazie al PON è tale che il sistema, realizzato in coerenza con gli standard riconosciuti dall'Unione Europea e dagli Stati Uniti per la comunicazione tra veicoli e l'infrastruttura stradale (*Vehicle-to-Infrastructure*, V2I), è stato certificato e, inoltre, è stato validato da Volkswagen per la mobilità connessa e automatizzata.

In conclusione, sebbene il Programma "Anas Smart Road" sarebbe stato attuato anche in mancanza delle risorse del PON, **il sostegno del FESR ha consentito di realizzare gli interventi di Smart Road in modo diverso rispetto a quanto era preventivato**, dall'ideazione di una soluzione tecnologica funzionale e dal design innovativo *ad hoc* quale quella dei pali di rilevamento, alla copertura visiva pari al 100% della sede stradale, dall'utilizzo degli standard per la comunicazione V2I (Veicolo-Infrastruttura) all'adozione del "wi-fi in motion".

1.6 Considerazioni conclusive

L'implementazione dei progetti "Smart Road" di Anas, finanziati dal Programma Operativo Nazionale Infrastrutture e Reti, rappresenta un'iniziativa pionieristica nel contesto italiano per quanto riguarda la modernizzazione e digitalizzazione delle infrastrutture stradali. I quattro interventi, attraverso l'adozione di tecnologie avanzate e sistemi intelligenti di trasporto (ITS), si prefiggono di migliorare significativamente la sicurezza, l'efficienza e la sostenibilità del traffico stradale.

Gli interventi Smart Road sono ideati come una *proof of concept*, mirata a dimostrare la fattibilità e i benefici dell'integrazione delle tecnologie ITS nelle infrastrutture stradali esistenti. Tale approccio sperimentale ha permesso di testare e validare soluzioni innovative in un contesto reale, fornendo evidenze pratiche sulle potenzialità di queste tecnologie. I risultati attesi del progetto includono la riduzione delle congestioni (e dei tempi di viaggio) grazie all'ottimizzazione dei flussi di traffico, un aumento significativo della sicurezza stradale ottenuto attraverso il monitoraggio in tempo reale delle condizioni del traffico e l'interazione con i veicoli per prevenire incidenti.

L'esperienza delle Smart Road di Anas offre preziosi insegnamenti per la pianificazione di futuri interventi. La trasformazione digitale delle infrastrutture stradali richiede un quadro normativo che faciliti l'adozione di tecnologie ITS. In quest'ottica, il ruolo delle istituzioni è cruciale nel creare un ambiente regolamentare favorevole all'innovazione e nel semplificare le opportunità per ottenere finanziamenti adeguati.

Un altro aspetto importante riguarda la scalabilità e la replicabilità delle soluzioni sperimentate. Smart Road, che ha sviluppato la consapevolezza che ogni tratta infrastrutturata può generare valore a seconda del contesto territoriale e delle tipologie di traffico, può generare economie di scala e altre sinergie per un utilizzo più efficiente delle risorse. Dal punto di vista della connettività e delle informazioni, ad esempio, le infrastrutture per le comunicazioni tra veicolo e infrastruttura e tra veicoli potranno contribuire alla generazione e diffusione di servizi a valore aggiunto, anche attraverso l'integrazione con i sistemi IoT e con i nodi urbani.

In conclusione, gli interventi Smart Road hanno dimostrato la fattibilità tecnica delle soluzioni ITS e aperto la strada a una trasformazione radicale del sistema di trasporto italiano, promuovendo una mobilità più sicura, efficiente e sostenibile. L'esperienza realizzata potrà essere utilizzata per aggiornare il Programma Smart Road di Anas, affinché il piano strategico di sviluppo possa considerare al meglio, oltre all'obiettivo di fondo di copertura della rete stradale, le potenzialità di generare impatti ambientali, sociali ed economici sia interni che esterni adattandosi a contesti territoriali e reti infrastrutturali esistenti e in fase di sviluppo.