

progetto

LEOPOLDO

**Sicurezza e
Compatibilità Ambientale
nella viabilità ordinaria**

PREDISPOSIZIONE DELLE LINEE GUIDA
PER LA PROGETTAZIONE ED IL CONTROLLO
DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI PER LA VIABILITÀ ORDINARIA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

**REGIONE
TOSCANA**



PROVINCIA DI AREZZO
PROVINCIA DI FIRENZE
PROVINCIA DI GROSSETO
PROVINCIA DI LIVORNO
PROVINCIA DI LUCCA (capofila)
PROVINCIA DI MASSA CARRARA
PROVINCIA DI PISA
PROVINCIA DI PISTOIA
PROVINCIA DI PRATO
PROVINCIA DI SIENA



UNIVERSITÀ DI PISA
Dipartimento di Ingegneria Civile



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nell'ambito del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione e le 10 Province della Toscana hanno finanziato nel 2005 il progetto di ricerca “Leopoldo” che si proponeva di definire una serie di linee guida per la progettazione, la costruzione, il controllo e la manutenzione delle pavimentazioni della viabilità ordinaria della Regione Toscana; tali linee guida devono consentire di individuare le tecnologie, i materiali e le tipologie di intervento da adottare per la costruzione e la manutenzione delle pavimentazioni stradali con l'obiettivo di migliorare la sicurezza della circolazione ed allo stesso tempo garantire requisiti di ecocompatibilità e di durabilità.

Se si tiene conto del fatto che la costruzione di nuove infrastrutture stradali sta diventando un evento sempre più raro e che una quota rilevante dei finanziamenti per le opere stradali dovrà assorbita dall'adeguamento funzionale e dalla manutenzione delle infrastrutture esistenti, la maggior parte delle quali si sono sviluppate sui vecchi sedimi delle strade costruite in epoche remote, si comprende l'obiettivo del progetto di fornire le linee guida per adeguare le pavimentazioni delle strade esistenti alle funzioni richieste in tempi più recenti.

Molte delle principali strade che costituiscono la rete secondaria della viabilità regionale risalgono alla Reggenza dei Lorena, alla fine del 1700, e in particolare al periodo del Granduca Pietro Leopoldo d'Asburgo Lorena che avviò una radicale riforma del Granducato e la costruzione di numerose opere, tra cui le cosiddette rotabili. Proprio in onore delle opere fatte costruire dal Granduca di Toscana è stato deciso di denominare “Leopoldo” il progetto ideato per la definizione delle linee guida ai fini dell'adeguamento delle pavimentazioni della viabilità regionale ai pressanti requisiti di miglioramento della sicurezza stradale e della compatibilità ambientale.

Il progetto, la cui durata iniziale di 4 anni è stata estesa a 5 anni, si è articolato in due parti:

la *Prima Parte* ha previsto un periodo di indagini sperimentali e teoriche su dieci siti sperimentali (uno per ogni provincia aderente al progetto), definiti “siti di riferimento”, finalizzate alla completa definizione delle metodologie di indagine nonché all'individuazione ed al progetto delle soluzioni tecnologiche da utilizzare per la predisposizione di sei siti sperimentali, definiti “siti di studio”; la prima parte del progetto si è conclusa con la realizzazione dei “siti di studio” nelle Province di Arezzo, Firenze, Lucca, Massa, Pisa e Pistoia;

la *Seconda Parte* ha previsto il controllo ed il monitoraggio nel tempo delle pavimentazioni realizzate nei “siti di studio” in modo da studiare le risposte dei diversi tipi di sovrastruttura.

Il programma sintetizzato nella seguente tabella riporta le attività svolte durante la prima parte, che sono state ripartite in cinque fasi, anche parzialmente sovrapposte tra loro.

Tabella 1 – Programma del progetto

Prima Parte <i>Indagini sperimentali e teoriche per la realizzazione dei siti di studio</i>	Fase 1	Indagine bibliografica riguardante le pavimentazioni della viabilità ordinaria
	Fase 2	Esecuzione di indagini sperimentali per la caratterizzazione dei siti sperimentali, dal punto di vista della sicurezza e della compatibilità ambientale
	Fase 3	Formulazione dei criteri, metodi e modelli da utilizzare per la caratterizzazione delle pavimentazioni e per il progetto delle miscele previste nei siti di studio
	Fase 4	Organizzazione, progettazione e realizzazione delle pavimentazioni dei siti di studio, nonché analisi delle loro caratteristiche di compatibilità ambientale e di sicurezza
	Fase 5	Raccolta organica delle esperienze compiute nelle fasi precedenti per la formulazione dei criteri da inserire nelle Linee Guida per la progettazione delle pavimentazioni della viabilità ordinaria
Seconda Parte <i>Controllo e monitoraggio dei siti di studio</i>		

Prima Parte – Fase 1

Nella prima fase del progetto è stata eseguita un’approfondita indagine bibliografica riguardante le pavimentazioni della viabilità ordinaria, le loro caratteristiche funzionali legate alla sicurezza ed alla compatibilità ambientale, i materiali in essi impiegati e le relative tecniche di caratterizzazione e selezione. La letteratura scientifica raccolta è stata utilizzata per la stesura del “*Rapporto 1.0 – Stato dell’arte*”.

In accordo con le Amministrazioni Provinciali competenti, la Regione Toscana e l’Agenzia Regionale di Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) sono stati individuati i dieci “siti di riferimento”, scelti lungo tratti di strade extraurbane e sub-urbane presenti nel territorio delle Province partecipanti al progetto, ritenuti significativi e rappresentativi della viabilità ordinaria regionale (in termini di pavimentazioni, condizioni di impiego e condizioni ambientali al contorno), sui quali sono state eseguite le campagne di indagine previste nella seconda fase.

In Tabella 2 è riportato l’elenco completo dei “siti di riferimento” mentre in Figura 1 è indicata la loro collocazione sul territorio regionale.

Tabella 2 – Siti di riferimento

PROVINCIA	STRADA	PROGRESSIVA	LOCALITÀ
AREZZO	SRT 71 <i>Umbro Casentinese</i>	km 157+085 - km 156+685	Loc. Capolona
FIRENZE	SRT 302 <i>Brisighellese Ravennate</i>	km 27+421 - km 27+742	Loc. Faltona
LUCCA	SRT 439 <i>Sarzanese Valdera</i>	km 22+582 - km 23+082	Loc. Maggiano
MASSA CARRARA	SRT 445 <i>della Garfagnana</i>	km 63+345 - km 63+551	Loc. Codiponte
PISA	SRT 439 <i>Sarzanese Valdera</i>	km 79+031 - km 79+531	Loc. La Sterza
PISTOIA	SRT 66 <i>Pistoiese</i>	km 53+799 - km 54+539	Loc. Le Piastre
GROSSETO	SRT 439 <i>Sarzanese Valdera</i>	km 165+978 - km 166+178	Loc. Valpiana
LIVORNO	SRT 206 <i>Pisana Livornese</i>	km 1+800 - km 2+000	Loc. Malandrone
PRATO	SRT 325 <i>Val di Setta e di Bisenzio</i>	km 54+180 - km 54+385	Loc. S. Quirico
SIENA	SRT 2 <i>Cassia</i>	km 157+550 - km 157+750	Loc. Pian dei Pini

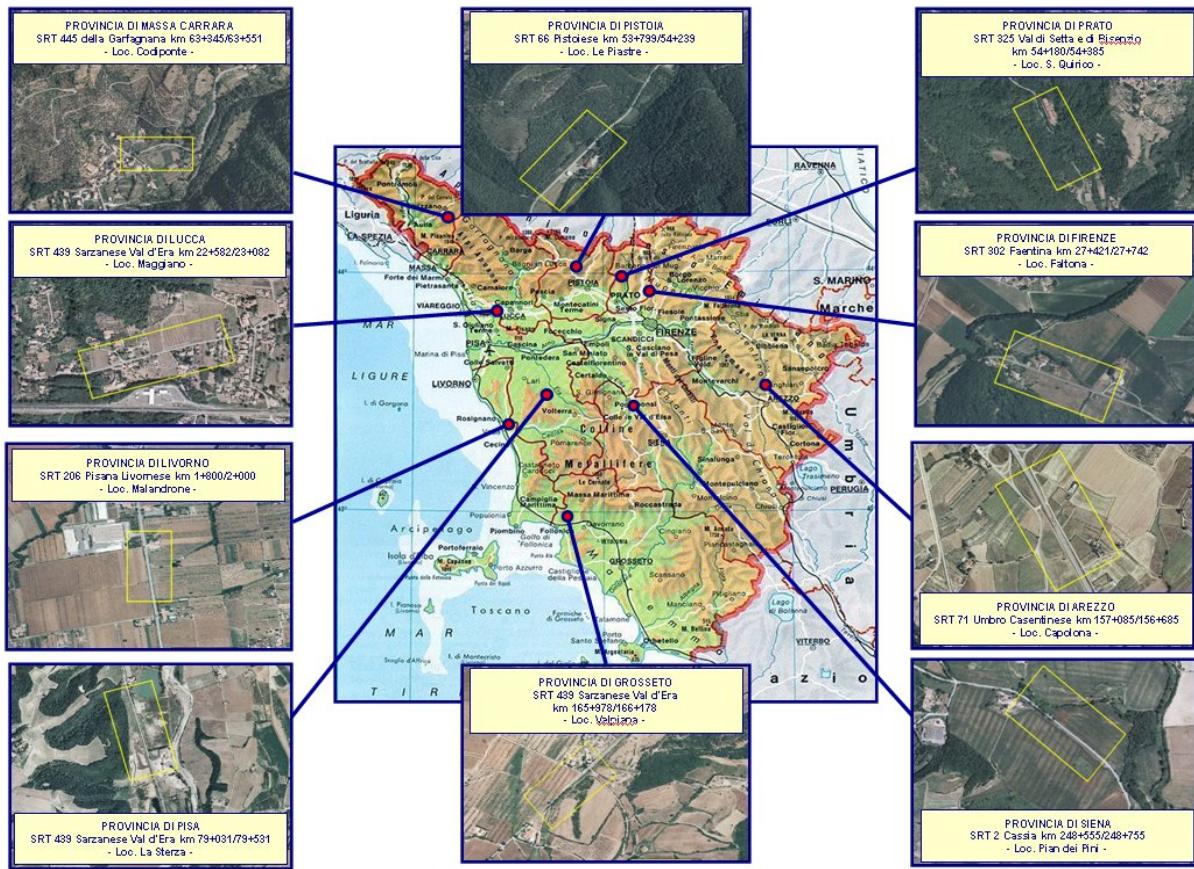


Figura 1 – Ubicazione dei “siti di riferimento”

Prima Parte – Fase 2

Nel corso di questa fase, sono state eseguite delle misure finalizzate a valutare le caratteristiche strutturali delle pavimentazioni dei “siti di riferimento”, le proprietà fisico-meccaniche e composite dei materiali. Sono state inoltre valutate le caratteristiche funzionali delle pavimentazioni (regolarità,

tessitura, proprietà acustiche e di trasmissione delle vibrazioni, aderenza superficiale). I risultati delle suddette prove sono riportati nel *“Rapporto 2.0 - Caratterizzazione dei siti sperimentali”*.

È stato allestito il sito internet del Progetto Leopoldo, in cui è possibile trovare una descrizione del progetto stesso, nonché reperire informazioni relative alle sue finalità e alle azioni previste nel corso del suo svolgimento. Sono fornite inoltre informazioni riguardanti l’agenda dei lavori e la produzione di pubblicazioni relative al Progetto e alla ricerca sperimentale condotta sulla base dei dati acquisiti nelle campagne di indagine effettuate. È stata prevista una sezione del sito web riservata ad utenti abilitati (responsabili scientifici e referenti operativi di ogni Amministrazione partecipante al Progetto Leopoldo), accessibile tramite l’utilizzo della password assegnata. In tale sezione, per ciascuna Provincia, sono disponibili per la visualizzazione e il download i rapporti delle misure sperimentali effettuate. L’indirizzo web del sito è: <http://www2.ing.unipi.it/leopoldo>.

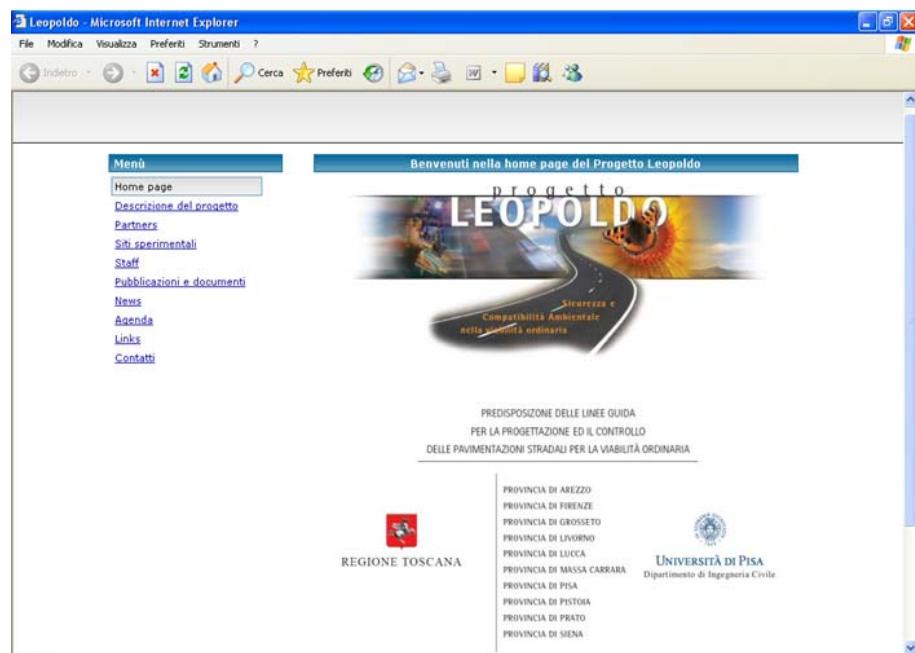


Figura 2 – Home page del sito internet del Progetto Leopoldo

Prima Parte – Fase 3

Sulla scorta dell’analisi dei dati acquisiti nelle fasi precedenti ed in base alle esperienze maturate sia in situ sia in laboratorio, nella terza fase sono stati definiti i modelli di generazione e propagazione del rumore; sono stati inoltre definiti i criteri e metodi per la caratterizzazione delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria e i materiali utilizzati per la loro costruzione. I risultati della ricerca sono riportati nel *“Rapporto 3.0 - Sicurezza e compatibilità ambientale delle pavimentazioni nella viabilità ordinaria: criteri, metodi e modelli per la caratterizzazione”*.

Tra i dieci siti sperimentali analizzati nel corso della seconda fase del progetto di ricerca sono stati individuati i sei “siti di studio”, indicati in Tabella 3, in modo da poter studiare i diversi contesti in cui le pavimentazioni stradali della viabilità regionale si trovano ad operare. I tratti scelti sono localizzati

sia in ambito montano, che in contesti di tipo collinare e in zone con quota prossima a quella del mare. Inoltre sono state interessate sia infrastrutture caratterizzate da elevate velocità di percorrenza e significative percentuali di traffico pesante (es. SRT 71 – Provincia di Arezzo), sia strade con scarso traffico e basse velocità (es. SRT 445 – Provincia di Massa Carrara).

Tabella 3 – Localizzazione e tipologia dei “siti di studio”

PROVINCIA	STRADA	PROGRESSIVA	LOCALITÀ	QUOTA	TIPOLOGIA
AREZZO	SRT 71 “Umbro Casentinese”	km 156+866 / 157+044	Loc. Marcena	260 m s.l.m.	COLLINARE
FIRENZE	SRT 302 “Faentina”	km 27+304 / 27+548	Loc. Lutiano Vecchio	205 m s.l.m.	COLLINARE
LUCCA	SRT 439 “Sarzanese Valdera”	km 21+786 / 21+986	Loc. Maggiano	50 m s.l.m.	PIANURA
MASSA CARRARA	SRT 445 “della Garfagnana”	km 63+345 / 63+545	Loc. Codiponte	280 m s.l.m.	MONTANO
PISA	SRT 439 “Sarzanese Valdera”	km 79+208 / 79+408	Loc. La Sterza	60 m s.l.m.	PIANURA
PISTOIA	SRT 66 “Pistoiese”	km 53+908 / 54+056	Loc. Le Panche	670 m s.l.m.	MONTANO

Sulla base dei dati acquisiti durante le precedenti fasi del progetto, sia in situ sia in laboratorio, è stato eseguito il dimensionamento delle pavimentazioni da realizzare nei sei “siti di studio” ed è stata curata la predisposizione delle specifiche tecniche relative alle miscele da impiegare nella realizzazione delle pavimentazioni dei “siti di studio”. Tutti gli interventi studiati prevedono l'utilizzo di soluzioni innovative al fine di migliorare le prestazioni delle sovrastrutture in termini di sicurezza e compatibilità ambientale (Tabella 4).

Durante questa fase di attività sono state selezionate le tipologie di sensori da utilizzare per l'implementazione del sistema di monitoraggio delle pavimentazioni stradali previsto nei “siti di studio”. Tale sistema consente di monitorare i parametri caratteristici del traffico veicolare (velocità, tipologia e peso degli assi dei veicoli), la risposta della sovrastruttura alle sollecitazioni indotte dal passaggio dei veicoli e le condizioni ambientali in cui le pavimentazioni operano.

Tabella 4 – Pavimentazioni dei “siti di studio”

SITO DÌ STUDIO	STRATO	SPESSORE	TIPOLOGIA DÌ MISCELA
AREZZO	Usura	5 cm	conglomerato bituminoso tipo open graded
	binder	6 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
	base	12 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
FIRENZE	usura	3 cm	conglomerato bituminoso tipo gap graded
	binder	6 cm	conglomerato bituminoso a tiepido
	base	13 cm	conglomerato bituminoso a tiepido
LUCCA	usura	3 cm	conglomerato bituminoso a tessitura ottimizzata tipo dense graded
	binder	5 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
	base	10 cm	riciclaggio a freddo con emulsione bituminosa e cemento
MASSA CARRARA	usura	2 cm	Micro tappeto
	binder	6 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
	base	10 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
PISA	usura	4 cm	conglomerato bituminoso tipo dense graded contenente argilla espansa
	binder	5 cm	conglomerato bituminoso ad elevata durata a fatica
	base	15 cm	riciclaggio a freddo con bitume schiumato e cemento
PISTOIA	usura	3 cm	conglomerato bituminoso tipo gap graded per usura con bitume modificato con polimeri SBR/NR secondo processo WET
	binder	6 cm	conglomerato bituminoso tipo gap graded per binder con bitume modificato con polimeri SBR/NR secondo processo WET
	base	10 cm	conglomerato bituminoso tradizionale a caldo

Prima Parte – Fase 4

Nella quarta fase è stata eseguita la progettazione, la realizzazione e l’analisi delle caratteristiche di compatibilità ambientale e di sicurezza delle pavimentazioni dei sei “siti di studio”. La realizzazione dei “siti di studio” si è ispirata alle “Smart Roads” (Strade Intelligenti) già costruite in alcuni stati americani ed in altri paesi europei; in particolare, è stata prevista la realizzazione di nuovi tratti di pavimentazione, aventi una lunghezza di circa 200 m e larghezza pari a quella della carreggiata. La costruzione delle nuove pavimentazioni è stata eseguita utilizzando miscele studiate sulla base delle indicazioni e dei criteri di mix design forniti nella precedente fase del progetto.

Nei “siti di studio”, inoltre, sono stati installati dei sistemi stabili di monitoraggio nel tempo delle

prestazioni strutturali delle pavimentazioni; a tale scopo, durante la costruzione della pavimentazione, sono stati posti in opera dei sensori per la registrazione del peso degli assi dei veicoli e per il rilievo delle deformazioni della pavimentazione al loro passaggio; in aggiunta, per il monitoraggio delle condizioni ambientali, sono stati utilizzati sensori per la misura della temperatura e del grado di saturazione del sottofondo. Tutti i sensori sono stati collegati ad una centralina di acquisizione posizionata all'interno di un box di sicurezza.

Nelle figure seguenti sono riportate delle immagini relative alla posa in opera della sensoristica nella pavimentazione dei “siti di studio”.



Figura 3 – Individuazione della posizione dei sensori per il rilievo delle deformazioni



Figura 4 – Protezione dei sensori per il rilievo delle deformazioni



Figura 5 – Posizionamento dei sensori per il monitoraggio delle caratteristiche del flusso veicolare



Figura 6 – Posizionamento del sistema di monitoraggio delle condizioni ambientali



Figura 7 – Stesa e compattazione della pavimentazione

Prima Parte – Fase 5

La quinta fase, che è quella finale della ricerca, è stata incentrata sulla raccolta organica delle esperienze compiute nel corso del progetto e sulla formalizzazione dei criteri da inserire nelle *Linee Guida* per la progettazione delle pavimentazioni per la viabilità ordinaria.

A conclusione della *Prima Parte* del progetto, è stato redatto il “*Rapporto 4.0 – Progettazione e costruzione dei siti di studio*”, nel quale sono riportati i principali risultati della ricerca. In esso sono descritte le attività condotte nelle ultime due fasi operative del progetto (*Fase 4* e *Fase 5*): la progettazione e la realizzazione delle pavimentazioni sperimentali; vengono inoltre presentati i risultati dei test effettuati, in situ ed in laboratorio, per la valutazione delle caratteristiche strutturali e funzionali delle pavimentazioni, nonché delle proprietà fisico-meccaniche e compositive dei materiali utilizzati.

Seconda Parte

Nella seconda parte del progetto è stato eseguito il monitoraggio delle caratteristiche strutturali e funzionali delle pavimentazioni (regolarità, tessitura, proprietà acustiche e di trasmissione delle vibrazioni, aderenza superficiale). L'esecuzione di indagini e prove sperimentali ripetute con cadenza semestrale ha permesso di ricostruire con elevata affidabilità le leggi di degrado delle caratteristiche funzionali delle pavimentazioni realizzate.

A conclusione del progetto, sono state pubblicate le *Linee Guida* in cui sono indicati i criteri che le Amministrazioni Provinciali potranno seguire per la selezione della tipologia di pavimentazione più appropriata per ogni situazione locale.

I risultati dei monitoraggi nel tempo saranno pubblicati in un'appendice alle *Linee Guida*, nella quale saranno raccolte anche tutte le considerazioni sul comportamento in opera delle pavimentazioni.

Principali risultati

Il progetto ha prodotto importanti risultati in termini di tecnologie sulle pavimentazioni stradali messe a punto per il loro effettivo impiego sulla viabilità regionale ai fini del miglioramento dell'aderenza, della riduzione del rumore generato dal traffico stradale, del riutilizzo dei materiali presenti nelle pavimentazioni esistenti e della durabilità delle pavimentazioni stesse; tali risultati influiscono positivamente sul progresso degli aspetti tecnici connessi alle problematiche poste dalla progettazione, costruzione e manutenzione delle pavimentazioni stradali:

- Progettazione: I risultati dei rilievi sperimentali eseguiti e delle relative analisi, riportate in dettaglio nel “*Rapporto 4.0 – Progettazione e costruzione dei siti di studio*” forniscono ai tecnici delle Amministrazioni provinciali i necessari dettagli per valutare a priori le prestazioni di ciascuna soluzione tipologica sperimentata in relazione agli obiettivi che si vogliono conseguire

in termini di sicurezza e di compatibilità ambientale con un intervento di manutenzione straordinaria o di ricostruzione di una pavimentazione stradale; sempre sotto l'aspetto progettuale, le *Linee Guida* contengono tutte le indicazioni da inserire nelle specifiche tecniche di progetto di una pavimentazione stradale per essere sicuri di conseguire determinati obiettivi in termini di riduzione del rumore, aumento dell'aderenza, miglioramento delle caratteristiche strutturali di una pavimentazione; sotto questo aspetto, il Progetto Leopoldo ha sicuramente contribuito ad accrescere il know how e la sensibilità dei tecnici delle Amministrazioni provinciali sulle problematiche della progettazione degli interventi sulle pavimentazioni stradali;

- **Costruzione**: le *Linee Guida* contengono le modalità esecutive per la realizzazione delle pavimentazioni sperimentate nel progetto ed i controlli da eseguire in corso d'opera per garantire il raggiungimento di determinate prestazioni dell'opera finita; sempre sotto questo aspetto, il Progetto ha contribuito ad accrescere il know how delle imprese toscane sulla produzione e posa in opera di prodotti ad elevato contenuto tecnologico;
- **Manutenzione**: i risultati del monitoraggio nel tempo delle pavimentazioni sperimentali hanno consentito di definire alcune leggi di degrado delle loro prestazioni, necessarie per prevederne la durata e programmare i necessari interventi di manutenzione; questo aspetto costituisce un importante progresso per poter gestire in futuro la programmazione della manutenzione delle pavimentazioni della viabilità regionale su base razionale anziché su base completamente empirica e soggettiva.

Pubblicazioni prodotte

Le ricerche svolte per il Progetto Leopoldo hanno prodotto importanti risultati non solo a livello nazionale, nell'ambito del quale non esistono attualmente altre esperienze simili e anzi il progetto continua a costituire un riferimento per tutta la realtà nazionale, ma anche in ambito internazionale; tali risultati sono stati oggetto delle seguenti pubblicazioni scientifiche:

1. M. Losa, R. Bacci e P. Leandri. “*L'aderenza della superficie di pavimentazioni della viabilità ordinaria da misure con dispositivo a ruota parzialmente frenata*”. Atti del 16th Convegno Nazionale SIV. Manutenzione e Adeguamento delle Strade Esistenti, Cosenza, 20-22 settembre 2006, ISBN 88-7458-051-7.
2. M. Losa, M. Marvagli, P. Leandri, R. Bacci “*Structural Analysis of Asphalt Pavements on Collector Rural Roads*”. Atti del 4th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements, Thessaloniki - Grecia, 19-20 Aprile 2007.
3. M. Losa, P. Leandri, R. Bacci “*Measurements of Pavement Macrotexture with Stationary and Mobile Profilometers*”. Atti del MAIREPAV5 Conference, Utha - USA, 8-10 Agosto 2007.

4. M. Losa, R. Bacci, P. Leandri "A New Step Towards Performance Based Specification for Asphalt Pavements". Atti del 4th SIV International Congress, Palermo, 12-14 Settembre 2007. Vincitore del premio "Le Strade Award 2007 - Best paper of session A".
5. M. Losa, P. Leandri e R. Bacci. "Mechanical And Performance-related Properties Of Asphalt Mixes Containing Expanded Clay Aggregate". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2051, Washington, D.C., January 2008, ISSN 0361-1981, pp. 23-30;
6. M. Losa, R. Bacci e P. Leandri. "A Statistical Model for Prediction of Critical Strains in Pavements from Deflection Measurements". International Journal of Road Materials and Pavement Design - EATA08 Volume 9 special issue, April 2008, ISSN 1468-0629, pp. 373-396.
7. M. Losa, P. Leandri, R. Bacci "Monitoring and Evaluating Performance Requirements of Flexible Road Pavements". Atti di TDIBP 2008 - 1st International Symposium on Transportation and Development-Innovative Best Practice. Pechino - Cina, 24-26 Aprile 2008.
8. G. Licitra *et al.* "Determinazione delle prestazioni acustiche delle pavimentazioni stradali tramite adattamento del modello Harmonoise". Atti del 35° Convegno Nazionale dell'Associazione Nazionale di Acustica, Milano – Italia, 11-13 Giugno 2008.
9. L. Alfinito *et al.* "Road noise characterization by Harmonoise procedures reviewed for the Italian case". Atti di Acoustics 08, Parigi – Francia, 29 Giugno - 4 Luglio 2008.
10. G. Licitra *et al.* "Characterization of CPX Method Results on Extraurban and Urban Sites by Means of a New Computing Technique". Atti di Inter-Noise 2008 – 37th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Shanghai – Cina 26-29 Ottobre 2008.
11. M. Losa, P. Leandri e R. Bacci. "Empirical Rolling Noise Prediction Models Based on Pavement Surface Characteristics". International Journal of Road Materials and Pavement Design – EATA10 Volume 11 special issue, July 2010, ISSN 1468-0629, pp. 487-506.
12. P. Bellucci, G. Brambilla, P. Calicchia, M. Cerchiai, A. Giovannetti, R. Grecco, P. Leandri, G. Licitra e M. Losa. "Attenuazione del Rumore Stradale – Interventi di Mitigazione alla Sorgente". Quaderni AIPCR, XXVI Convegno Nazionale Stradale, Comitato tecnico D2b – Pavimentazioni flessibili e semi-rigide, Roma, 27-30 Ottobre 2010, ISBN 978-88-905397-9-4.

13. M. Losa e P. Leandri. “*The Reliability of Tests and Data Processing Procedures for Pavement Macrotexture Evaluation*”. International Journal of Pavement Engineering, Volume 12, No. 1, February 2011 (First published on: 19 July 2010), ISSN 1029-8436, pp. 59-73.
14. Losa M., Leandri P.. “*A comprehensive model to predict acoustic absorption factor of porous asphalt mixes*”. Materials and Structures – Online First, 2 January 2012, ISSN 1389-5997.
15. M. Losa e A. Di Natale. “Evaluation of the Representative Loading Frequency for Linear Elastic Analysis of Asphalt Pavements”. In fase di pubblicazione in Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 91st Annual Meeting of Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Gennaio 2012.
16. M. Losa e A. Di Natale. “Strains in Asphalt Pavements under Circular and Rectangular Footprints”. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. Vilnius Gediminas Technical University – Vilnius, Lituania. In fase di pubblicazione (accettazione: Aprile 2012).
17. M. Losa, P. Leandri e M. Cerchiai. “Improvement of pavement sustainability by the use of crumb rubber modified asphalt concrete for wearing courses”. International Journal of Pavement Research and Technology. In fase di pubblicazione (accettazione: Maggio 2012).