



Politecnico di Milano

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e  
Territori

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Analisi dei sistemi di gestione della  
manutenzione stradale in ambito internazionale

Anno accademico 2013/2014

Relatore: Prof. Ing. Filippo Giustozzi

Correlatore: Ing. Susanna Alberti

Elaborato di laurea di:

Guaita Lujan, Borja

Albero Bonastre, Eduardo

# Indice

<b>1. MANUTENZIONE STRADALE: ASPETTI INTRODUTTIVI</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Introduzione: perché fare manutenzione stradale?</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Tipologie di degrado</b>	<b>14</b>
<b>1.2.1. Difetti di pavimentazioni bituminose</b>	14
<b>1.2.1.1. Degradi delle condizioni superficiale</b>	15
1.2.1.1.1. Rifluimento del legante	15
1.2.1.1.2. Sgranamento	15
<b>1.2.1.2. Degradi della regolarità della pavimentazione</b>	16
1.2.1.2.1. Distacchi superficiali	16
1.2.1.2.2. Ormaie	16
1.2.1.2.3. Buche	17
1.2.1.2.4. Ondulazione	17
1.2.1.2.5. Avvallamenti	18
1.2.1.2.6. Chiusini con avvallamenti e dissesti	18
<b>1.2.1.3. Degradi sulla struttura</b>	19
1.2.1.3.1. Fessure longitudinali	19
1.2.1.3.2. Fessure trasversali	19
1.2.1.3.3. Fessure di giunto	20
1.2.1.3.4. Fessure a pelle di coccodrillo	20
1.2.1.3.5. Fessurazione a blocchi	21
1.2.1.3.6. Distacco della pavimentazione ai margini della strada	21
<b>1.2.1.4. Riparazioni</b>	22
1.2.2.4.1. Rappezzi	22
<b>1.3. Tecniche di diagnosi e misure</b>	<b>22</b>
<b>1.3.1. Regolarità longitudinali</b>	23
1.3.1.1. Laser	23
1.3.1.2. Accelerometro	24
1.3.1.3. Walking profiler Dipstick	24
1.3.1.4. Asta e livello di misura	25
<b>1.3.2. Regolarità trasversali</b>	25
1.3.2.1. Dispositivi per la misura manuali	25
1.3.2.2. Dispositivi per la misura automatica	26
<b>1.3.3. Macro-struttura della superficie della pavimentazione</b>	27
1.3.3.1. Metodo volumetrico (Sand Patch)	27
<b>1.3.4. Attrito o aderenza</b>	29
1.3.4.1. Test del pendolo (tester portatile)	29
1.3.4.2. <i>Side-way Force Coefficient Routine Investigation Machine</i> (SCRIM)	29
1.3.4.3. <i>Grip-tester</i> (slittamento fisso)	30
1.3.4.4. <i>Road Pavement Friction Tester</i> (PFT)	31
1.3.4.5. <i>Norwegian Norsemeter</i> (slittamento variabile)	31

<b>1.3.5. Rumore</b>	31
1.3.5.1. <i>Statistical Pass-By</i> (SPB)	31
1.3.5.2. Metodo <i>Close-proximity</i> (CPX)	32
<b>1.3.6. Drenaggio</b>	32
<b>1.3.7. Capacità portanti</b>	33
1.3.7.1. Benkelman trave	34
1.3.7.2. Lacroix Deflectograph	34
1.3.7.3. <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	35
<b>1.4. PMS (Pavement Management System)</b>	<b>36</b>
<b>1.4.1 Indici di stato</b>	<b>39</b>
<b>1.4.2 Curve di degrado</b>	<b>40</b>
<b>2. GESTIONE E MANUTENZIONE STRADALE: CASI DI STUDIO</b>	<b>42</b>
<b>2.1. Introduzione</b>	<b>42</b>
<b>2.2. Quadro di insieme</b>	<b>43</b>
<b>2.3. Casi di studio</b>	<b>44</b>
<b>2.3.1. Casi internazionali</b>	44
<b>2.3.1.1. Australia</b>	45
2.3.1.1.1. Classificazione delle strade	45
2.3.1.1.2. Funzionamento della gestione della rete stradale e del finanziamento	45
2.3.1.1.3. Politica di manutenzione stradale	48
2.3.1.1.4. Finanziamenti futuri	51
<b>2.3.1.2. Canada</b>	54
2.3.1.2.1. Classificazione delle strade	54
2.3.1.2.2. Budget definiti per le pavimentazioni	58
<b>2.3.1.3. Nuova Zelanda</b>	61
2.3.1.3.1. Classificazione delle strade	61
2.3.1.3.2. Politica di manutenzione	61
2.3.1.3.3. Finanziamento	65
2.3.1.3.4. Linee guida e Documenti della Nuova Zelanda	65
<b>2.3.1.4. Stati Uniti</b>	70
2.3.1.4.1. Classificazione della rete stradale.	71
2.3.1.4.2. Gestione della rete stradale	73
2.3.1.4.3. Finanziamento della rete stradale	82
<b>2.3.1.5. Conclusioni</b>	86
2.3.1.5.1. Classificazione stradale	86
2.3.1.5.2. Responsabilità sulla rete stradale	87
2.3.1.5.3. Definizione del Budget (Finanziamento)	89
2.3.1.5.4. Misure del stato della pavimentazione	91
2.3.1.5.5. Reglamentazione speciale per la manutenzione	93

2.3.1.5.6. Aspetti ventaggiosi a considerare per la implementazione nel ambito della manutenzione	93
<b>2.3.2. Casi europei</b>	<b>95</b>
<b>2.3.2.1. Italia</b>	<b>95</b>
2.3.2.1.1 Caratteristiche della rete stradale	95
2.3.2.1.2 Gestione della rete stradale	97
2.3.2.1.3 Finanziamento	106
<b>2.3.2.2. Inghilterra</b>	<b>108</b>
2.3.2.2.1 Classificazione della rete stradale	109
2.3.2.2.2 Gestione della manutenzione stradale	111
2.3.2.2.3 Finanziamento	127
<b>2.3.2.3 Germania</b>	<b>129</b>
2.3.2.3.1 Classificazione della rete stradale	130
2.3.2.3.2 Gestione della manutenzione stradale	131
2.3.2.3.3 Finanziamento	139
<b>2.3.2.4 Svizzera</b>	<b>141</b>
2.3.2.4.1. Classificazione stradale	141
2.3.2.4.2. Competenze	142
2.3.2.4.3. Finanziamento	143
2.3.2.4.5. Indici di stato della pavimentazione	147
2.3.2.4.5. Inventario della rete stradale nazionale	153
<b>2.3.2.4 Spagna</b>	<b>154</b>
2.3.2.4.1 Classificazione stradale	154
2.3.2.4.2. Gestione delle strade	155
2.3.2.4.3. Finanziamento delle strade	156
2.3.2.4.4. Manutenzione stradale	156
2.3.2.4.5. La manutenzione ordinaria e straordinaria	157
2.3.2.4.6. Dati economici ("Libro Verde")	158
2.3.2.4.7. Sistema di gestione della pavimentazione	160
2.3.2.4.8. Guida per la riabilitazione della pavimentazione	162
<b>2.3.2.5 Conclusioni</b>	<b>163</b>
2.3.2.5.1 Clasificazione stradale	163
2.3.2.5.2 Responsabilità sulla rete stradale	165
2.3.2.5.3 Definizione del Budget (Finanziazione)	167
2.3.2.5.4 Misure del stato della pavimentazione	169
2.3.2.5.5 Reglamentazione speciale per la manutenzione	172
2.3.2.5.6 Aspetti ventaggiosi a considerare	173
<b>3. Sondaggio Internazionale: Questionari Inviati</b>	<b>174</b>
<b>3.1. Introduzione</b>	<b>174</b>
<b>3.2. Questionario inviato: Domande poste</b>	<b>174</b>
<b>3.2.1. Rete stradale gestita</b>	<b>175</b>
<b>3.2.2. Gestione della manutenzione stradale</b>	<b>175</b>

<b>3.2.3. Aspetto finanziario della manutenzione stradale</b>	<b>177</b>
<b>3.3. Risposte al questionario</b>	<b>179</b>
<b>3.3.1. Clasificazione della rete e km di rete</b>	<b>179</b>
3.3.1.1. Europa	179
3.3.1.2. Extra-Europa	181
<b>3.3.2. Standard, linee guide, norme e leggi</b>	<b>181</b>
<b>3.3.3. Agenzie per la gestione e la manutenzione stradale</b>	<b>181</b>
<b>3.3.4. PMS</b>	<b>182</b>
3.3.4.1. Europa	182
3.3.4.2. Extra-Europa	183
<b>3.3.5. Dati raccolti sullo stato della pavimentazione stradale</b>	<b>183</b>
3.3.5.1. Europa	183
3.3.5.2. Extra-Europa	184
<b>3.3.6. Indici per quantificare lo stato della pavimentazione</b>	<b>185</b>
3.3.6.1. Europa	185
3.3.6.2. Extra-Europa	187
<b>3.3.7. Valori di soglia</b>	<b>188</b>
3.3.7.1. Europa	188
3.3.7.2. Extra-Europa	189
<b>3.3.8. Agenzie responsabili dell'allocazione dei budget</b>	<b>190</b>
<b>3.3.9. Come sono distribuiti i budget</b>	<b>191</b>
3.3.9.1. Europa	191
3.3.9.2. Extra-Europa	191
<b>3.3.10. Metodi di priorità nei budget</b>	<b>192</b>
3.3.10.1. Europa	192
3.3.10.2. Extra-Europa	192
<b>3.3.11. Fonti di finanziamento</b>	<b>193</b>
3.3.11.1. Europa	193
3.3.11.2. Extra-Europa	194

## **4. Applicazione pratica: Caso di studio attraverso il programma**

### **Real Cost 195**

#### **4.1. Introduzione 195**

#### **4.3. Sezione analizzata 199**

##### **4.3.1. Dimensione della sezione 201**

##### **4.3.2. Calcolo degli stratti della pavimentazione 203**

#### **4.4. Alternative proposte per la manutenzione. 210**

##### **4.4.1. Attività considerate 210**

##### **4.4.2. Alternative 214**

###### 4.4.2.1. Alternative elementari 215

###### 4.4.2.2. Alternative combiante 215

**4.5. Conclusioni dopo l'analisi**

**217**

**5. Bibliografia**

**- 220 -**

## Indice delle figure

Figura 1: Rifluimento del legante bituminoso	15
Figura 2: Sgranamento	15
Figura 3: Distacchi dello strato più sterno della pavimentazione	16
Figura 4: Ormaia	16
Figura 5: Bucco	17
Figura 6: Ondulazione	17
Figura 7: Avvallamento	18
Figura 8: Chiusino con avvallamento e fessure	18
Figura 9: Fessura longitudinale	19
Figura 10: Fessura trasversale	19
Figura 11: Fessura nel giunto	20
Figura 12: Fessura a pelle di cocodrillo	20
Figura 13: Fessure blocchi	21
Figura 14: Distacco della pavimentazione ai margini della strada	21
Figura 15: Rappezzo	22
Figura 16: Laser scanner	23
Figura 17: Accelerometro in veicolo	24
Figura 18: Walking Profiler Dipstick	24
Figura 19: Missura del rutdepth	26
Figura 20: Sand Patch	27
Figura 21: Rugolaser	28
Figura 22: Pendulum tester portatile	29
Figura 23: SCRIM	30
Figura 24: GipTester	30
Figura 25: Pavement Friction Tester (PFT)	31
Figura 26: Metodo statistico pass-by per la misura del rumore	31
Figura 27: Misurazione del rumore tramite il metodo di close proximity CPX	32
Figura 28: Permeometro tipo Kuss Field	33
Figura 29: Benkelman Trave	34
Figura 30: Deflectometro Lacroix	34
Figura 31: Defletometro a masa cadente (FWD)	35
Figura 32: Curva di degrado	40
Figura 33: Schema di organizzazione del Departamen of Infrastructure and Transport estratta dal proprio sito web	46
Figura 34: Schema di priorità e condizioni di finanziamento	47
Figura 35: Schema della gestione delle rete dalla Australia	49
Figura 36: Evoluzione del profilo di rugosità nel tempo	52
Figura 37: Costi di manutenzione fonti BTCE (Bureau of Transport and Commnications Economics)	53
Figura 38: Mappa della rete appartenente al National Highway System	57
Figura 39: Mappa della rete Trans-Canada	58
Figura 40: Schema gestione della manutenzione nel Canada	59
Figura 41: Legge e documenti di riferimento della Nuova Zelanda	62

Figura 42: Schema finanziamento della Nuova Zelanda	65
Figura 43: Schema delle relazioni tra i piani	68
Figura 44: Schema della gestione per la manutenzione stradale nei Stati Uniti	75
Figura 45: Tabella con minimi dei dati prodotti selezionati per la HPMS	76
Figura 46: Criteri della HPMS per classificare lo stato della pavimentazione	78
Figura 47: Modello della struttura dell'HERS	79
Figura 48: Opzioni di miglioramento fornite dal sistema	81
Figura 49: Origine delle risorse per le strade degli Stati Uniti nel 2010	82
Figura 50: Spese dirette per le autostrade, da spendere le agenzie e per tipo nel 2010 fornita dalla Highway Statistics.	83
Figura 51: Spese dirette per le autostrade, da spendere per tutte le amministrazioni degli Stati Uniti.	83
Figura 52: Ripartizione delle spese in conto capitale per migliorare e sistema funzionale	84
Figura 53: Bilancio anno 2012 ANAS S.p.A	107
Figura 54: Ripartizione tra le differenti classi stradale dei principali interventi manutentivi.	108
Figura 55: Ripartizione per categoria stradale dei fondi per la manutenzione	109
Figura 56: Distribuzione della rete stradale per categorie nel 2002 e 2012	111
Figura 57: Gerarchica delle normative relative all'ambito della manutenzione stradale	115
Figura 58: Componenti della strategia della manutenzione	117
Figura 59: Gierarchia delle strade	119
Figura 60: Matrice per la identificazione dei rischi	125
Figura 61: Distribuzione regionale della rete locale tedesca	131
Figura 62: Processo di definizione del indice di stato globale	134
Figura 63: Rappresentazione grafica dei risultati su un tramo qualsiasi della rete	136
Figura 64: Predizione per le caratteristiche superficiali	137
Figura 65: Esempio dei risultati forniti dall'analisi del PMS	138
Figura 66: DISTRUBUZIONE DELLA FINANZIAMENTO	140
Figura 67: Lunghezza della rete nazionale distribuita per tipo di strada	142
Figura 68: Schema delle competenze	143
Figura 69: Flusso del finanziamento	145
Figura 70: Schede catalogo dei difetti norma "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)	152
Figura 71: Schema funzionamento sistema spagnolo de gestione della pavimentazione	161
Figura 72: Pavement Condition	197
Figura 73: Stazione di rilievo impiegate nel calcolo.	200
Figura 74: Caratteristiche geometriche per le diverse tipologie stradale	201
Figura 75: Dimensione geometriche della sezione in esame	202
Figura 76: Categorie di traffico in funzione del traffico giornaliero medio di mezzi pesanti	204
Figura 77: Sezioni potenziali per la pavimentazione stradale della zona ad analizzare	204
Figura 78: Mappa delle zone termiche estivi	206



Figura 79: Mappa delle zone pluviometriche	207
Figura 80: Spessori dei strati delle pavimentazione in conglomerato bituminoso	208
Figura 81: Sezione ottenuta dalla procedura che sarà impiegata nel calcolo	209
Figura 82: Dati relativi al costo e alla vita utile dell'attività.	212
Figura 83: Dati relativi all'area di lavoro	213

## Indice delle tabelle

Tabella 1: Struttura per un sistema di gestione della manutenzione stradale [6]	38
Tabella 2: Manutenzione stradale criterio di ripartizione da consegnare entro il 31 dicembre di ogni anno	50
Tabella 3: Chilometri delle NHS per giuisdizione, definite per il Task Force Report 2005	56
Tabella 4: Classe di strada per veicoli al giorno [7]	61
Tabella 5: Budget definiti nel dState per i prossimi 10 anni.	67
Tabella 6: Budget per i prossimo 10 anni [8].	67
Tabella 7: Distribuzione della rete tra le diverse amministrazione di State Uniti [9]	71
Tabella 8: Dati che vengono descritti nel documento della HPMS	77
Tabella 9: Classificazione stradale	86
Tabella 10: Riassunto delle responsabilità sulla rete stradale	87
Tabella 11: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale	89
Tabella 12: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale (Continuazione)	90
Tabella 13: Misurazione dello stato della pavimentazione	91
Tabella 14: Valori di soglia per la pavimentazione	92
Tabella 15: Regolamentazione vigente	93
Tabella 16: Lunghezza della rete stradale tedesca classificata nelle loro classe	131
Tabella 17: Indici di stato norma Svizzera: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)	148
Tabella 18: Indici di stato e metodo di misura della norma: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)	148
Tabella 19: Chilometri delle strade spagnole	155
Tabella 20: Investimento in manutenzione nella Spagna fonti Libro Verde	158
Tabella 21: Investimento per bilanciare il deficit	159
Tabella 22: Investimenti per ogni amministrazione nell'anno 2006.	159
Tabella 23: Classificazione stradale	163
Tabella 24: Responsabilità sulla rete stradale	165
Tabella 25: Responsabilità sulla rete stradale (Continuazione)	166
Tabella 26: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale	167
Tabella 27: Riassunto della finanziamento della gestione della manutenzione stradale (Continuazione)	168
Tabella 28: Riassunto della misurazione dello stato della pavimentazione	169
Tabella 29: Misurazione dello stato della pavimentazione (Continuazione)	170

Tabella 30: Valori di soglia per lo stato della pavimentazione	171
Tabella 31: Regolamentazione esistente	172
Tabella 32: Risposte relative alla classificazione e alla lunghezza della rete stradale (Europa)	179
Tabella 33: Risposte relative alla classificazione e alla lunghezza della rete stradale (Extra-Europa)	181
Tabella 34: Risposte relative alle agenzie incaricate della gestione della manutenzione stradale in Europa	182
Tabella 35: Risposte relative alle agenzie incaricate della gestione della manutenzione stradale nei paesi extraeuropei	182
Tabella 36: Risposte relative ai dati misurati sulle paviementazioni nel caso europeo.	183
Tabella 37: Risposte relative ai dati misurati sulla pavimentazione nel caso extraeuropeo	184
Tabella 38: Risposte relative ai dati misurati della pavimentazione nel caso europeo	186
Tabella 39: Risposte relative ai dati misurati sulla pavimentazione nel caso extraeuropeo	187
Tabella 40: Clasificazione delle strade in Estonia in base al volume di traffico	189
Tabella 41: Livelli di allarme e critichi degli indici secondo il tipo di strada (Estonia)	189
Tabella 42: Risposte relative al questionario europeo delle responsabilità per l'assegnazione dei budget	190
Tabella 43: Risposte relative al questionario extraeuropeo delle responsabilità per l'assegnazione dei budget	190
Tabella 44: Risposta relativa alle spese per i lavori stradali	191
Tabella 45: Risposte al questionario europeo per quanto riguarda le fonti di finanziamento della manutenzione	193
Tabella 46: Risposte al questionario extra-europeo per quanto riguarda le fonti di finanziamento della manutenzione	194
Tabella 47: Alternativa 1	215
Tabella 48: Alternativa 2	216
Tabella 49: Alternativa 3.	216
Tabella 50: Alternativa 4	216
Tabella 51: Alternativa 5	216
Tabella 52: Alternativa 6	217
Tabella 53: Risultati in dollari forniti dal Real Cost	218
Tabella 54: Risultati in euro forniti dal Real Cost	218
Tabella 55: Alternativa più conveniente	218

**Indice dei grafici riportante il numero progressivo, la didascalia e il numero di pagina di ogni grafico**

Grafico 1: GPS budget in milioni di \$ per attività	63
Grafico 2: Indice di stato (I0 e I1)	149
Grafico 3: Indice di stato I2	149
Grafico 4: Indice di stato I3	150
Grafico 5: Indice di stato I4	151
Grafico 6: Indice di stato I5	151
Grafico 7: Budget per la rete statale Spagnola per il 2009	158
Grafico 8: Dati misurati nel questionario europeo	184
Grafico 9: Dati misurati nel questionario extraeuropeo	185

## **Abstract**

In these times of crisis that countries such as Spain or Italy are living, the management and maintenance of infrastructure has become a current matter.

In our work, we will focus on the management and conservation of the roads infrastructure, focusing on the management of the pavements. Also, we expose which are the most common defects in the flexible pavements and how are measured these defects and features.

In addition, in this work we describe the tool of the PMS (Pavement Manager System), tool that is used nowadays for the management of the pavements of the roads network.

In this thesis, we also attempt to explain how the different countries (international and European) manage the maintenance of their road networks, focusing on the management of the road maintenance, the system that is used to establish what measure adopt and in which moment and in the funding of these maintenance programs. This analysis of these has been focused on the following countries: Australia, Canada, New Zealand, United States, Italy, Germany, United Kingdom, Switzerland and Spain. Moreover, to expand the analysis to the rest of the world we have made a questionnaire which is intended to show us the main aspects of the management of the road pavement.

To finish this thesis, we have made an analysis of a practical case in order to see in a real road all the application of these methods.

## **Key Words**

Management Systems, Maintenance, Conservation, Roads, Measurement, Control, Financing, Europe, extra-europe

# **1. MANUTENZIONE STRADALE: ASPETTI INTRODUTTIVI**

## **1.1. Introduzione: perché fare manutenzione stradale?**

La gestione degli attivi infrastrutturali è una disciplina che combina conoscenze appartenenti al campo dell'ingegneria ma anche al campo dell'economia aziendale, con l'unico scopo di raggiungere un'ottima assegnazione delle risorse per la gestione, operazione e manutenzione delle infrastrutture attraverso l'analisi del ciclo di vita. (FHWA, 1999; OECD, 2001; NAMS, 2006).

Pertanto centrando il discorso sulle infrastrutture stradali, quindi sulla rete stradale, la gestione della stessa permette la diagnosi, la valutazione, la pianificazione e la programmazione obiettiva della manutenzione stessa ottimizzando l'assegnazione delle risorse disponibili, argomenti trattati in questo studio.

Per questo motivo, per parlare in maniera appropriata della manutenzione stradale, definiamo dall'inizio cosa s'intende per manutenzione stradale e tutto ciò che è a essa associato.

Secondo l'Associazione Mondiale della Strada (AIPCR) per manutenzione stradale si può intendere tutte quelle attività necessarie per mantenere la pavimentazione e tutto ciò che è compresa all'interno della sede stradale in condizioni simili da quando la strada è stata costruita e rinnovata. Queste attività possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

### Manutenzione ordinaria

In questa classe s'includono tutte quelle attività e opere di piccole dimensioni effettuate in modo regolare con l'obiettivo di garantire la sicurezza e il livello di servizio fornito nel breve periodo e di evitare il deterioro prematuro della strada.

### Manutenzione periodica

Questa categoria copre tutte le attività effettuate a intervalli di tempi regolari e relativamente lunghi che hanno lo scopo di preservare l'integrità strutturale della pavimentazione (World Bank Maintenance Website).

### Manutenzione urgente o reattiva

In questa categoria rientrano tutte quelle operazioni e interventi che non possono essere previsti ma che per la loro gravità richiedono un'attenzione immediata.

Una volta definito il concetto di manutenzione stradale e come si classifica, si deve parlare della grande importanza che ha per propria amministrazione responsabile, così come per tutti gli utenti e per la comunità intera.

Per questo scopo, si fa riferimento alla nota di trasporto (Transport Note) numero TRN-4 della banca mondiale (The World Bank WB).

Da questo documento si può estrarre che uno dei principali motivi della loro importanza è la propria estensione e importanza della rete stessa, che di solito è uno degli assetti pubblici di più importanza, se non il più importante.

Da questo documento è estraibile che il motivo maggiore e principale della rilevanza del sistema stesso, è a tutti gli effetti, l'estensione della rete, che in genere spesso è foco di attenzione degli assetti pubblici.

Un altro dei motivi che si può estrarre dal documento per cui avere un sistema di gestione della manutenzione stradale è fondamentale, è che spostando nel tempo un intervento manutentivo sulla rete si ottiene solamente una diminuzione delle condizioni della rete, aumentando in conseguenza la gravità del dissesto e dell'intervento che si dovrà fare poi per ripristinare le caratteristiche aumentando quindi i costi diretti e indiretti.

Dal documento anche si distacca, che per evitare il backlog che adesso c'è in molteplici paesi è rinforzare la cultura della manutenzione dei assetti esistente fronte al costruire nuove strade.

Capitato, pertanto, cosa è la manutenzione stradale e la loro importanza e quindi le necessità di farla in questa prima parte e negli appaltati successivi si spiegherà i diversi elementi che si devono avere per fare una buona gestione della manutenzione stradale.

## **1.2. Tipologie di degrado**

La descrizione precisa e dettagliata dei differenti degradi e dissesti che può soffrire la pavimentazione stradale lungo la sua vita utile è uno dei fattori chiave nella conoscenza dello stato e delle condizioni in cui si trova la propria pavimentazione.

Senza questa conoscenza, sarebbe impossibile la scelta di maniera ottimale e la loro programmazione in funzione della priorità dei trattamenti manutentivi a fare per il ripristino delle caratteristiche della pavimentazione. Pertanto, senza questo strumento sarebbe impossibile la gestione efficiente della manutenzione stradale e il conseguente risparmio di tempo e soldi.

Dovuto a tutto questo, le diverse autorità e amministrazione incaricate della manutenzione stradale si hanno fornito con diversi cataloghi, dove vengono riaccolti le principali tipologie di degrado e i principali dissesti sulla pavimentazione.

Per parlare delle differenti tipologie di degrado, che forniscono la base dei differenti cataloghi di ciascun'amministrazione, si deve differenziare tra i degradi sulla pavimentazione in calcestruzzo e quelli sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso.

### **1.2.1. Difetti di pavimentazioni bituminose**

Secondo il Pavement Surface Condition Field Rating Manual for Asphalt Pavements fornito dalla Northwest Pavement Management Association, il catalogo di degradi delle pavimentazioni flessibili (Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles) fornito dal Consiglio di direttori di strade d'iberia e iberoamerica, il vademecum di pavimentazioni asfaltiche fornito da PROAS-Cepsa e il Catalogo dei dissesti delle pavimentazioni stradali della regione Lombardia i principali degradi sulle pavimentazioni in

conglomerato bituminoso si possono raggruppare nei seguenti gruppi:

#### 1.2.1.1. Degradi delle condizioni superficiale

Questa tipologia di degrado rappresenta l'alterazione delle condizioni normali della superficie della pavimentazione generando principalmente problemi di aderenza e rumore.

Si differenziano i seguenti sottogruppi:

##### **1.2.1.1.1. Rifluimento del legante**

Affioramento in superficie del legante bituminoso senza gli inerti, questo fenomeno si produce spesso sulla traiettoria delle ruote. Con livelli di gravità bassi non è troppo evidente questo fenomeno ma, quando la gravità aumenta il percorso delle ruote è facilmente visibile. Le cause che provocano questa situazione sono principalmente un eccesso di legante bituminoso nel dosaggio, l'uso di leganti molto morbide o lo spillover di solventi.

Questo eccesso di materiale bituminoso sulla superficie genera che la pavimentazione abbia una forte discesa nei valori di aderenza e che la superficie abbia un aspetto lucente simile al vetro.



Figura 1: Rifluimento del legante bituminoso

##### **1.2.1.1.2. Sgranamento**

Deterioro sulla superficie che occorre per causa della perdita d'inerti (raveling) o per la perdita di legante dovuto alla ossidazione dello stesso (invecchiamento).



Figura 2: Sgranamento

### 1.2.1.2. Degradi della regolarità della pavimentazione

Questa tipologia di degrado raccoglie tutti quelli dissesti che influenzino la regolarità del piano viabile.

Le tipologie di dissesti comprese sono:

#### **1.2.1.2.1. Distacchi superficiali**

Distacchi di alcuni dei diversi strati che conformano la pavimentazione stradale. A seconda dello strato che si distacca il degrado, avrà maggior o minor importanza.

Le cause sono molteplici e dipendono anche dallo strato che si distacca, ma generalmente questa tipologia di degrado viene generata da un incorretto dosaggio del conglomerato bituminoso e all'azione meccanica del traffico.



Figura 3: Distacchi dello strato più sterno della pavimentazione

#### **1.2.1.2.2. Ormaie**

Deformazione del profilo trasversale generata dallo sfondamento della pavimentazione lungo il percorso delle ruote. Questo degrado comporta anche il rifluimento laterale del materiale che può arrivare a creare cordoni laterali affiancati ai lati della ormaia. La deformazione, con forma di solco, raggiunge la profondità massima al centro del percorso delle ruote.

Questo degrado deriva principalmente dall'azione del traffico sui differenti strati della pavimentazione.



Figura 4: Ormaia



#### **1.2.1.2.3. Buche**

Depressioni localizzate di forma circolare che possono arrivare fino ai strati più profondi.

Questa tipologia di degrado, deriva dallo sviluppo di altri difetti come possono essere la fessurazione o lo sfondamenti della pavimentazione che provocano la disintegrazione e l'asporto del materiale, oppure da imperfezione localizzate che generano punti di debolezza nella pavimentazione fronte alle cariche del traffico.



Figura 5: Bucco

#### **1.2.1.2.4. Ondulazione**

Deformazione del profilo longitudinale in forma di picchi e valli spaziate in modo regolare nel senso del traffico. In funzione della distanza tra picchi e valli si può classificare questo degrado in piegamenti, quando le onde sono molto vicine tra di loro, oppure in onde, quando questa distanza è maggiore a un metro.

Può verificarsi in zone isolate come ad esempio negli incroci, oppure può avvenire su una buona parte della superficie stradale.

Questa categoria di difetto non occorre solo nella traiettoria delle ruote, sebbene che si può verificarsi su tutta la superficie della pavimentazione (anche può avvenire solo in il percorso delle ruote).

La principale causa di questo degrado è inerente alla circolazione lenta nelle forti pendenze e per la frenatura dei veicoli pesati in corrispondenza d'incroci.

Legati alla propria pavimentazione si deve evidenziare come cause un mal dosaggio del conglomerato bituminoso, l'uso d'inerti arrotondati e l'uso di legante bituminoso morbido.



Figura 6: Ondulazione

#### **1.2.1.2.5. Avvallamenti**

Depressioni localizzate di solito con forma circolare o ellittica provocate dal rigonfiamento della sub-base, o dalle radici degli alberi.

Questa categoria di degrado non si limita solo al percorso delle ruote, sebbene che può influenzare l'intera superficie della strada.



Figura 7: Avvallamento

#### **1.2.1.2.6. Chiusini con avvallamenti e dissesti**

Avvallamenti che si produce in dovuto alla presenza dei chiusini, di solito non si manifestano soli sebbene vengono accompagnati da fessure ai bordi. Questa tipologia di degrado può provocare il ristagno d'acqua e la conseguente perdita di aderenza.

La causa principale di questo degrado è la mancanza di una buona compattazione della zona affiancata ai chiusini.



Figura 8: Chiusino con avvallamento e fessure

### 1.2.1.3. Degradi sulla struttura

In questa tipologia di degrado si raccolgono tutti quelli dissesti che rappresentano una situazione di alterazione della continuità della pavimentazione a causa di fessure.

Le tipologie di dissesti comprese sono:

#### **1.2.1.3.1. Fessure longitudinali**

Rottura longitudinale orientata notevolmente parallelamente all'asse della strada che di solito si situa nel centro della carreggiata o tra le vie di circolazione. Quando questa tipologia di degrado si manifesta di maniera discontinua, rotta e sulla traiettoria delle ruote suppone l'inizio delle fessure di tipo cocodrillo.

Le principali cause della presenza di questi degradi sono un lavoro deficiente nelle giunte costruttive, l'uso di leganti bituminosi troppo duri o vecchi.



Figura 9: Fessura longitudinale

#### **1.2.1.3.2. Fessure trasversali**

Rotture notevolmente perpendicolari all'asse della strada, le fessure di notevole importanza di solito appaiono a intervalli regolari mentre che quelle minore sono isolate e irregolari.

Le principali cause di questo tipo di degrado sono anche un lavoro deficiente nelle giunte costruttive, l'uso di leganti bituminosi troppo duri ma anche la presenza di elementi o basi rigide nella fondazione come possono essere basi stabilizzati con cemento.



Figura 10: Fessura trasversale

#### **1.2.1.3.3. Fessure di giunto**

Apertura e scheggiatura dei giunti longitudinali e trasversali che di solito viene accompagnata da una fessurazione secondaria parallela all'asse della strada.

Questo tipo di rotture non sono associati con i carichi dal traffico sennonché sono provocate da una cattiva realizzazione della pavimentazione.

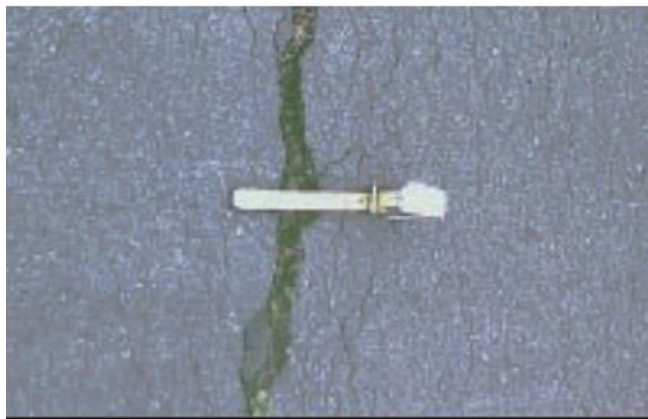


Figura 11: Fessura nel giunto

#### **1.2.1.3.4. Fessure a pelle di cocodrillo**

Fessure longitudinali e trasversali con una piccola separazione tra di loro che le conferisce alla pavimentazione l'aspetto della pelle del cocodrillo.

Questa tipologia di fessura inizialmente appare sotto la forma di fessure longitudinali parallele al percorso delle ruote. Con il passo del tempo e con l'aumento della degradazione l'apertura delle cricche aumenta cominciando a ramificarsi fino a collegarsi tra di loro.

Le fessure a pelle di cocodrillo sono associate con i carichi del traffico e di solito si manifestano lungo le tracce delle ruote, cioè sulle zone, dove si applica ripetitivamente il carico.

Di solito, buchi e altri degradi, come la distruzione o la perdita della pavimentazione vengono da solito associati a questo degrado.

Le principali cause che portano a questa situazione sono l'incompatibilità tra la deflessione e lo spessore dello strato più superficiale della pavimentazione, l'impiego di leganti troppo duri e un drenaggio inadeguato.



Figura 12: Fessura a pelle di cocodrillo

#### **1.2.1.3.5. Fessurazione a blocchi**

Fessurazione longitudinale e trasversale con cricche che s'intersecano con dei angoli notevolmente pari ai novanta gradi formando una maglia di forma quasi rettangolare. Si differenzia dalla fessurazione a pelle di coccodrillo in che la dimensione della maglia è maggiore, di solito superiore ai 15cm, in che questa maglia è più regolare nella forma e in che le fessure a pelle di coccodrillo sono causate da carichi ciclici mentre che la fessurazione a blocchi è principalmente causata dal restringimento del asfalto e dei cicli di temperatura, sebbene i carichi del traffico possono aumentare la loro gravità.

La presenza di tali fessure solitamente indica che l'asfalto si è indurito significativamente con l'invecchiamento. Normalmente occorre su una grande porzione della pavimentazione anche in zone, dove non passa il traffico.



Figura 13: Fessure blocchi

#### **1.2.1.3.6. Distacco della pavimentazione ai margini della strada**

Occorre quando il margine della pavimentazione stradale si distacca, e c'è una perdita di materiale.



Figura 14: Distacco della pavimentazione ai margini della strada

#### 1.2.1.4. Riparazioni

La riparazione fatte sulla pavimentazione devono essere considerate come una categoria di degrado dovuto a che sempre introdurranno un'irregolarità sulla superficie senza importare il ben fatto che siano effettuati.

Il principale dissesto di questa categoria è:

##### **1.2.2.4.1. Rappezi**

Un rappezzo è un'area della pavimentazione che è stato sostituita con materiale nuovo per riparare la pavimentazione esistente.

Sempre saranno considerati come difetti senza importare quanto bene sia fatto perché il rappezzo non funziona dello stesso modo che la pavimentazione originale, non funzionano in modo solidario perfetto con il resto della pavimentazione. Inoltre possono deteriorarsi, staccarsi dal rivestimento, formare fessure lungo i bordi o dare luogo a irregolarità del piano viabile.



Figura 15: Rappezzo

### **1.3. Tecniche di diagnosi e misure**

Per una corretta diagnosi dello stato della pavimentazione stradale è importante avere tecniche per misurare le loro proprietà, pertanto nella pianificazione del piano di manutenzione stradale, il primo lavoro a fare è la definizione di che misurare e come misurarlo.

La geometria di una superficie stradale è di solito descritta per mezzo di caratteristiche o proprietà specifiche, come sono la texture, l'irregolarità o la rugosità. Ciascuna delle diverse agenzie nazionali e internazionali incaricate della manutenzione stradale forniscono metodi e standard diversi per la determinazione di queste proprietà.

Si deve evidenziare che in Europa c'è un gruppo di lavoro finanziato dalla Unione Europea (UE) che cerca di unificare la metodologia usata nella definizione dei indicatori di performance e anche cerca di creare uno strumento comune a tutti per la manutenzione stradale. Questo lavoro, si sta sviluppando sotto la denominazione Action 354 "Performance Indicators for Road Pavements" del European Cooperation in Science and Technology (COST).

Le caratteristiche principali che vengono misurate nelle strade sono:

- Regolarità longitudinale.
- Regolarità trasversale.
- Macro-struttura della superficie della pavimentazione.
- Attrito o aderenza.
- Capacità portante.
- Cracking.
- Rumore.
- Inquinamento dell'aria

Adesso si evidenziano i diversi metodi impiegati per la loro misura:

### **1.3.1. Regolarità longitudinali**

Ci sono quattro gruppi principali di tecniche di misura per la valutazione dell'indice di regolarità longitudinale:

#### 1.3.1.1. Laser

Lo scanner laser sta costituito da una sorgente laser e da uno specchio ottagonale che vengono fissati al veicolo di misurazione.

Il laser si orienta verso la strada in maniera da rilevare tutta la sezione trasversale della stessa, cioè in senso perpendicolare alla direzione di marcia del veicolo.

La sorgente emette il polso laser che viene riflesso dalla superficie stradale, per poi essere raccolto nel rivelatore. Attraverso il tempo che impiega la luce laser in fare questo percorso si calcola la distanza tra lo scanner e la superficie della strada.

Per determinare la posizione del scanner e così la distanza attraverso l'utilizzo del sistema GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e di un sistema di misurazione inerziale si determina l'orientamento e la posizione del veicolo.



Figura 16: Laser scanner

### 1.3.1.2. Accelerometro

Questo metodo di misurazione si basa sulla risposta dinamica che si produce nel veicolo di misura in corrispondenza delle condizioni superficiali della pavimentazione.

L'accelerometro installato nel veicolo consente la misura dell'elevazione che subisce il veicolo lungo la strada, ottenendo così il loro profilo. [1]

Questo metodo fornisce un'alta precisione e risoluzione della misura del profilo ma hanno lo svantaggio di che si tratta di una tecnologia costosa.

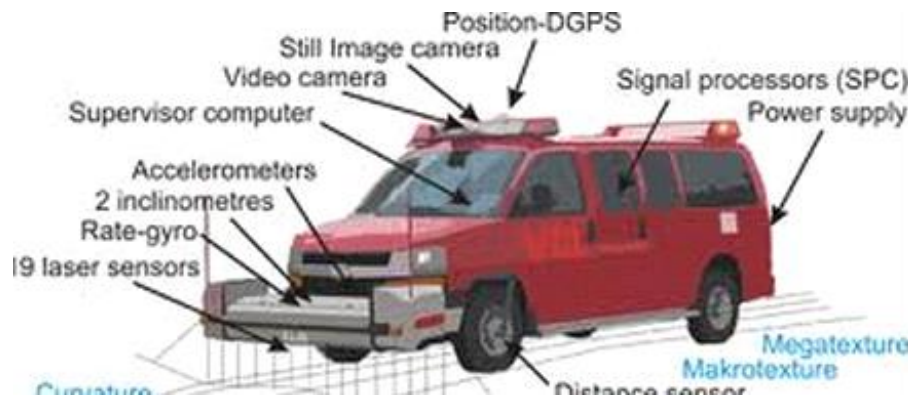


Figura 17: Accelerometro in veicolo

### 1.3.1.3. Walking profiler Dipstick

Si tratta da un inclinometro che nella base ha un dispositivo per la misurazione del profilo stradale.

Lo strumento si trova appoggiato su due gambe di supporto e l'operatore si sposta lungo la linea di studio, alternativamente girandolo su ogni gamba. Come la distanza tra i piedini è fissa, solo consente un intervallo di campionamento di dodici pollici (30,48cm).

Spesso viene utilizzato per la raccolta dei profili di riferimento negli studi di verifica del profilo. [2]

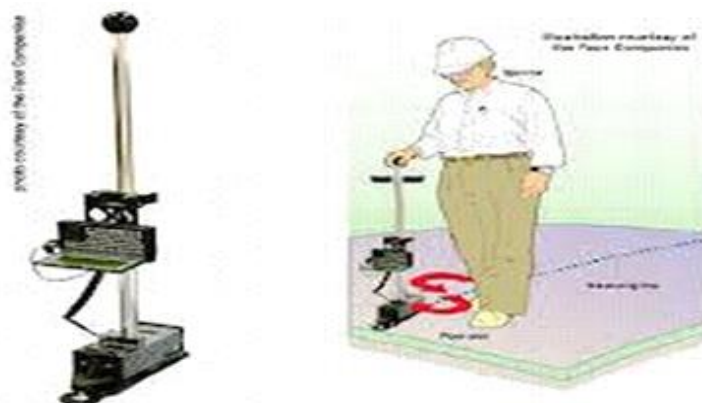


Figura 18: Walking Profiler Dipstick



#### 1.3.1.4. Asta e livello di misura

Questa metodologia di rilievo permette la misurazione con precisione del profilo della superficie stradale.

Un vantaggio di questa metodologia è che permette l'applicazione anche con le apparecchiature di rilevamento convenzionale.

### **1.3.2. Regolarità trasversali**

Secondo la norma europea prEN 13036-6 il profilo trasversale è l'intersezione tra la superficie stradale e un piano di riferimento perpendicolare al piano stradale e alla direzione di corsia.

Ci sono diversi indicatori per misurare l'uniformità trasversale. Questi differiscono tra di loro nei aspetti tecnici e anche nel modo in cui vengono raccolti dovuto a che la possono differire nelle attrezzature, nella velocità e nell'intervallo di campionamento o in sì il raccolto avviene con mezzi manuali oppure con mezzi automatici.

Tenendo conto di tutto questo possiamo raggruppare le diverse attrezzature di misure a seconda de se sono:

#### 1.3.2.1. Dispositivi per la misura manuali

In questo gruppo s'includono le seguenti apparecchiature:

- Aste e livello di misure  
Questo metodo si ha già descritto sopra, ma in queste serve anche per misurare la regolarità trasversale.
- *Static and Rolling Dipstick, and Walking Profiler*  
Questo metodo si ha già descritto sopra ma si deve evidenziare che tutta la procedura per la misurazione dei profili sia longitudinali che trasversali viene normalizzata dalla norma PP 32-96/2000 dell'AASHTO "Standard Practice for Measuring Pavement Profile Using a Dipstick®".
- Aste, livelli e tutte quelle apparecchiature di misura che hanno dimostrato di soddisfare le richieste specifiche.
- Profilometro
- Riga (*Straightedge*)  
La riga viene normalizzata dalla norma EN 13036-7 mentre che la procedura per determinare in una posizione concreta la profondità di solco o routhdepth viene definito dalla seguente norma dall'ASTM. La norma è l'ASTM standard E1703/E1703M-95/2005 "Standard Test Method for Measuring Ruth-Depth of Pavement Surfaces using a Straightedge".

### 1.3.2.2. Dispositivi per la misura automatica

Le misure automatiche della regolarità trasversale generalmente vengono eseguite attraverso i profilometri, questi dispositivi possono essere sotto classificati secondo il loro principio di funzionamento in:

- **Ultrasuoni.**  
I sistemi forniti con ultrasuoni generalmente vengono montati nella parte frontale del veicolo e in senso trasversale alla carreggiata.
- **Laser.**  
Il sistema laser ha il vantaggio rispetto a il resto della gran velocità di misura e che permette quasi una rilevazione continua, pertanto permette la possibilità di fornire un profilo quasi continuo della pavimentazione.
- **Ottico**  
I sistemi ottici, invece utilizzano immagini digitalizzate attraverso diverse tecniche fotografiche del profilo trasversale che poi sono analizzati per stimare il *rutdepths* (profondità della carreggiata).

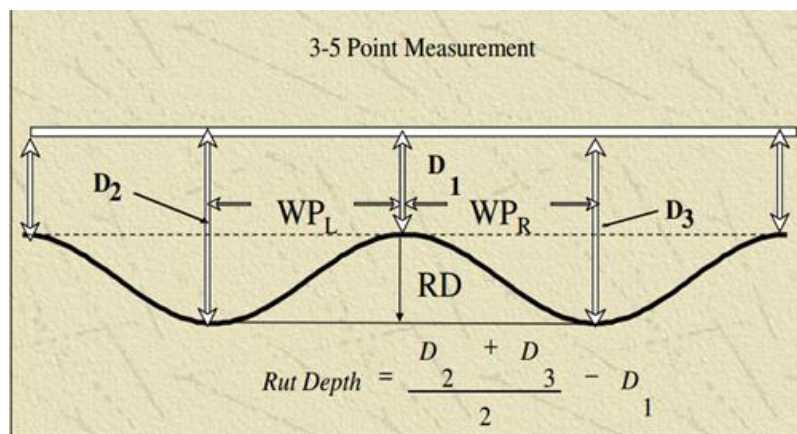


Figura 19: Missura del rutdepth

### 1.3.3. Macro-struttura della superficie della pavimentazione

La macro-struttura deriva dalle spigolosità dei materiali che compongono la superficie stradale.

Principalmente si associa con le condizioni di sicurezza e comfort con l'utente ma rappresenta anche un deterioramento della strada.

I principali metodi di misura sono:

#### 1.3.3.1. Metodo volumetrico (Sand Patch)

Questo metodo comporta l'applicazione di una determinata quantità di sabbia o microsfere di vetro su una superficie e diffondere la sabbia verso l'esterno in un cerchio, come descritto dalla norma EN 13036-1.

Maggiore è la macro-struttura della superficie della pavimentazione quando più piccolo è il cerchio che viene creato e viceversa, minore è la macro-struttura quando maggiore è il cerchio.

Tradizionalmente, questo metodo è stato utilizzato per stimare l'indicatore di *mean texture depth (MTD)*.



Figura 20: Sand Patch

### 1.3.3.2. Metodo laser

Nonostante l'esistenza di metodi di misurazione (come per esempio l'Aran, il RAV, il Roadstar, il Roar, il RST o il Rugolaser) che permettono la misurazione combinata della macro-struttura con altre proprietà come la regolarità longitudinale o la frizione.

La misurazione unicamente della macro-struttura viene fatta da maniera molto simile a queste metodologie e alle metodologie impiegati nella misurazione della regolarità longitudinale e della frizione, ma con piccole differenze nella struttura delle attrezzature.

Generalmente i dispositivi di misura impiegano un laser, che mediante il rilevamento da uno o più punti sulla superficie della pavimentazione a intervalli regolari determinando il profilo della strada e pertanto la macro-struttura.



Figura 21: Rugolaser

### 1.3.4. Attrito o aderenza

Le agenzie incaricate della gestione stradale periodicamente misurano la resistenza allo slittamento e l'attrito della superficie della pavimentazione dovuto alla sua grande importanza nella sicurezza degli utenti.

Per fare queste misure, si fa ricorso a diversi metodi e apparecchiature tra le quali si distacca:

#### 1.3.4.1. Test del pendolo (tester portatile)

Si tratta di un metodo discreto di misurazione che viene standardizzato dalla norma EN 13036-4. Si tratta di una prova puntuale che si fa un certo punto della strada.

L'apparecchiatura che s'impiega è un braccio a pendolo che ha un cursore con una molla di gomma sul piede del pendolo e un manometro dove si fanno le letture. Questa si pone sulla parte della superficie stradale in cui si vuole fare l'analisi, si livella e si lascia cadere liberamente il pendolo dalla posizione orizzontale. Il pendolo cade finché tocca la superficie stradale, nel contatto si subisce una riduzione nella velocità di caduta dovuto all'azione del attrito della superficie facendo che il pendolo raggiunga un'altezza specifica. La posizione in cui si ha fermato il braccio del pendolo viene poi letta sul arco di misurazione. Le letture indica il coefficiente di attrito della superficie testata.

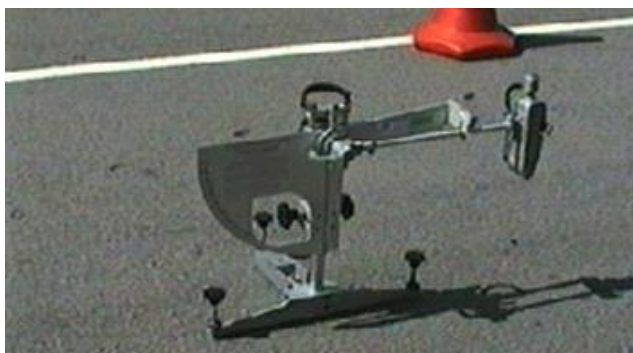


Figura 22: Pendulum tester portatile

#### 1.3.4.2. Side-way Force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)

Metodo di misura continuo che è standardizzato dalla norma BS 7941-1.

L'attrezzatura impiega un camion con un gran serbatoio d'acqua montato sulla parte centrale e una ruota di prova con un angolo di 20° rispetto al senso della marcia situata nel lato sinistro della carreggiata.

Questa situazione crea una pressione sulla ruota che può essere correlata con la resistenza di pattino della superficie stradale. La pressione che subisce la ruota viene raccolta e elaborata in modo di offrire una cifra che indica il coefficiente di attrito della strada misurato in SFC (*Side-way Force Coefficient*).

Lo SCRIM normalmente viaggia a 50 km/h perché così è capace di rilevare molti chilometri di strada il giorno rendendolo uno strumento molto utile per fare indagini su tutta la rete stradale.



Figura 23: SCRIM

#### 1.3.4.3. Grip-tester (slittamento fisso)

Si tratta di un piccolo dispositivo di tre ruote, con due ruote a coppia e un'indipendente, con la particolarità di avere nell'asse che collega le coppie di ruote un ingranaggio che crea l'effetto frenante sulla ruota indipendente. Questo effetto di frenatura si misura come "numero grip" ed è quello che fornisce l'informazione sull'aderenza e sull'attrito.

L'apparecchiatura può essere anche spinta a mano su una superficie stradale piccola e prebagnata.

Si tratta pertanto di metodo di misurazione continuo e viene standardizzato dalla norma BS 7941-2.



Figura 24: GipTester

#### 1.3.4.4. Road Pavement Friction Tester (PFT)

Questo dispositivo a differenza dai descritti prima sfrutta il principio di ruota bloccata seconda la normativa ASTM E274 (1990) per misurar l'attrito della pavimentazione stradale.

Le linee guida di come deve essere utilizzato questo metodo, sono forniti dal transport Research Laboratory (TRL) degli Stati Uniti nel TRL Report 367 High and low speed skidding resistance.

Il PFT è l'apparato standard per testare l'attrito delle superfici stradali negli USA.



Figura 25: Pavement Friction Tester (PFT)

#### 1.3.4.5. Norwegian Norsemeter (slittamento variabile)

Metodo discreto di misura che è standardizzato da ASTM E1859-11.

### **1.3.5. Rumore**

Gli strumenti di misura del rumore principale sono:

#### 1.3.5.1. Statistical Pass-By (SPB)

Metodo standardizzato dalla norma ISO 11819-1 che si sostenta sulla misurazione del rumore e della velocità per ciascun veicolo (per 100 macchine e ottanta camion) in un luogo specifico. Uno dei principali vantaggi di questo metodo è il basso livello d'incertezza che ha.



Figura 26: Metodo statistico pass-by per la misura del rumore

### 1.3.5.2. Metodo *Close-proximity* (CPX)

Questo metodo di misura permette la misurazione del rumore in modo continuo sulle lunghe distanze. Questo si deve a che il rumore si misura nelle vicinanze della sorgente, cioè nella zona di contatto tra pneumatico e pavimentazione mediante un rimorchio specialmente attrezzato o su un veicolo progettato corretto per questo fine. La norma di riferimento di questo metodo è l'ISO 11819-2.



Figura 27: Misurazione del rumore tramite il metodo di close proximity CPX

### **1.3.6. Drenaggio**

Il drenaggio di qualsiasi pavimentazione stradale è un fattore chiave nella sicurezza degli utenti specialmente quando le situazioni meteorologiche sono avverse già che evita l'accumulo d'acqua sulla superficie stradale e pertanto il pericolo di subire acquaplaning.

La tecnica più comune per misurare lo stato del drenaggio della pavimentazione stradale è attraverso l'Out flow o Permeometro.

Mediante quest'attrezzatura si ha la possibilità di determinare la permeabilità della pavimentazione stradale. Questa permeabilità è la proprietà che misura la velocità con la quale l'acqua sotto una pressione costante può attraversare i diversi strati della pavimentazione.

Per la realizzazione della prova si bisogna mantenere un carico costante, questa situazione si raggiunge grazie all'immissione di acqua a tasso costante.

Il calcolo della permeabilità avviene attraverso la relazione tra il volume d'acqua che ha uscito dal sistema e il tempo impegnato, l'area del permeometro e il gradiente idraulico al quale si ha somnesso.



Questa metodologia d'indagine viene standardizzato dalla norma ASTM E2380-09.



Figura 28: Permeametro tipo Kuss Field

### **1.3.7. Capacità portanti**

Per conoscere la resistenza strutturale di una pavimentazione, cioè la loro capacità portante, tradizionalmente si faceva ricorso alla campionatura della pavimentazione e alla posteriore analisi in laboratorio.

Attraverso l'analisi dei differenti elementi del campione si era in grado di determinare le caratteristiche strutturali della stessa. Il problema di questa metodologia d'indagine è che si tratta di un metodo costo, lento e che bisogna della distruzione della pavimentazione. Dovuto a tutto questo, si ha sviluppato tutta una serie di metodologie di analisi e indagini che non bisogna la distruzione della pavimentazione per determinare la capacità portante della pavimentazione.

Queste metodologie si basano nella interpretazione delle deflessioni che si subiscono sulla superficie dopo il passaggio di un carico permettendo determinare la risposta globale della pavimentazione fronte alle cariche.

I principali metodi di misurazione della capacità portanti basati su questa metodologia sono:

### 1.3.7.1. Benkelman trave

Strumento classico per la misurazione delle deflessioni.

La procedura di questa prova è di determinare la deformazione di un pavimento sotto il carico di una ruota con carico e pressione standardizzate, con o senza la misurazione della temperatura. [3]



Figura 29: Benkelman Trave

### 1.3.7.2. Lacroix Deflectograph

Il principio di questa metodologia è lo stesso che quello del metodo manuale di Benkelman ma la differenza risiede nella attrezzatura per la realizzazione della misura. In questo caso i dispositivi di misurazione sono fissati a un veicolo che misura la deviazione del pavimento ogni 2-3 metri mentre avanza lentamente a una velocità 3-5 km/h permettendo la misurazione automatica delle deflessioni



Figura 30: Deflectometro Lacroix

### 1.3.7.3. Falling Weight Deflectometer (FWD)

Per misurare le deformazioni elastiche del pavimento causate dal carico, i dispositivi FWD misurano in diversi punti contemporaneamente con precisione lo spostamento verticale causato dal passaggio del carico con l'ausilio di sensori accelerometri posti sulla superficie della pavimentazione.

Il dispositivo misura anche la temperatura dell'aria e la pavimentazione per evitare possibili incertezze.

Questo metodo è standardizzato dalla norma ASTM D4694-09. [4]

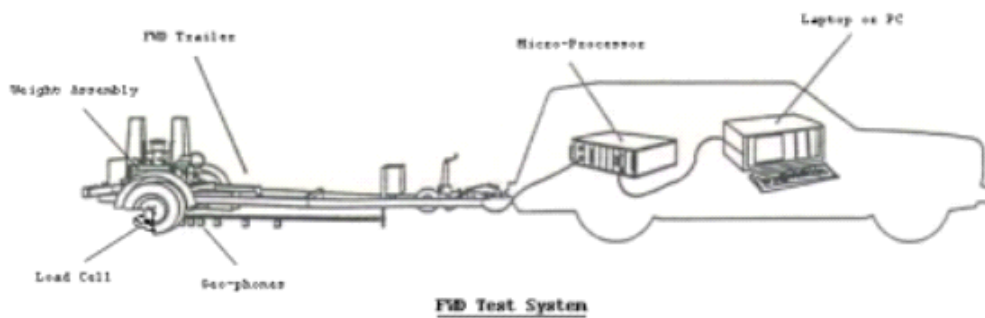


Figura 31: Defletometro a masa cadente (FWD)

## **1.4. PMS (Pavement Management System)**

Dopo aver descritto i tipi di difetti e di tecniche di misurazione delle diverse proprietà della pavimentazione, tutto questo verrà utilizzato per gestire la pavimentazione. Per gestire tutti questi dati e dare un uso efficiente e utile, si dovrà utilizzare strumenti di gestione delle date e creare metodi decisionali. Questo concetto è conosciuto come *Pavement Management System (PMS)*.

La gestione della pavimentazione stradale è definito come inseguimento della pavimentazione dopo i lavori di costruzione. Sarà responsabile della definizione della manutenzione preventiva delle strade, riabilitazione e l'analisi economica della scelta.

All'interno della gestione della pavimentazione il tecnico deve utilizzare strumenti che vi consentono prendere decisioni coerenti con livello tecnico tra questi strumenti c'è il PMS (Pavement Management System).

Il termine PMS è entrato in uso alla fine dei sessanta e inizio dei settanta. In questo periodo Hudson definisce un PMS [National Cooperative Highway Research Program Report 215: Pavement Management System Development NCHRP, TRB, National Research Council] come: "chiunque abbia una serie di attività coordinate, tutte volte ad ottenere il massimo valore possibile per i fondi pubblici disponibili per la fornitura e la gestione dei pavimenti lisci, sicuri ed economici".

Nei giorni nostri molte agenzie di trasporto hanno creato un loro PMS ed è diventata in uno strumento obbligatorio e indispensabile nei paesi all'avanguardia nell'aspetto della manutenzione stradale (Stati Uniti, Canada...). Una definizione più precisa e attuale del PMS è data dall'AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) nel 2001: "Un PMS comprende un ampio spettro di attività inclusi nella pianificazione o programmazione degli investimenti nella progettazione, costruzione e manutenzione della pavimentazione, e il controllo periodico dei risultati. Tutti i lavori saranno documentati stabilendo i trattamenti e le attività di gestione della pavimentazione di un modo sistematico e coordinato".

Ci sono molti e diversi sistemi di gestione della pavimentazione (PMS), ciascuno con un diverso livello di complessità. Come per esempio una semplice database di Excel per le reti di piccole dimensioni o singole percorsi. Per una rete stradale più complesse i PMS saranno molto più complessi.

Va tenuto presente che un PMS non prende le decisioni, è solo uno strumento molto utile per prendere decisioni adeguati a livello tecnico ed economico.

La maggior parte dei PMA hanno 5 elementi chiave e comuni [5]:

- 1) Ispezione delle condizioni della pavimentazione.
- 2) Database che contiene tutte le informazioni concernenti alla pavimentazione.  
I database sono in continua evoluzione e appaiono sul mercato nuovi programmi per computer che offrono maggiore capacità per il trattamento dei dati.
- 3) Schema di analisi.  
Questo si basa su algoritmi sviluppati per interpretare i dati significativamente. Questi algoritmi sono centrati in i cicli di vita della pavimentazione, nell'ottimizza e la previsione della evoluzione degli indici di stato.
- 4) Criteri di decisione.  
I criteri di decisione sono quelle regole per guidare le decisioni prese nel PMS.

Ci sono due livelli di un PMS:

- Livello de rete o sistema.  
Si riferisce alle decisioni di alto livello concernente la pianificazione de tutta la rete, le politiche e i budget. Questo livello si basa su decisioni amministrative e tecniche.
- Livello di progetto  
È costituito da piccole sezioni percorse della rete e si riferiscono in genere per le decisioni prese a un livello inferiore rispetto alla regolare manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria e ricostruzione. Si basa su decisioni tecniche.

È quindi possibile visualizzare nella seguente tabella riassuntiva la struttura del sistema di gestione della pavimentazione con riferimento alla macro-attività e ai livelli.

Tabella 1: Struttura per un sistema di gestione della manutenzione stradale [6]

MACRO-ATTIVITÀ	LIVELLO DI RETE	LIVELLO DI PROGETTO
Dati	Sezionamento; acquisizione dei dati; stato della rete; elaborazione dei dati.	Sottosezionamento delle reti; acquisizione ed elaborazione dei dati;
Criteri	Definizione livelli minimi o massimi accettabili; definizione dei programmi di spesa; definizione del massimo livello disturbo agli utenti; criteri de scelta;	Condizioni di funzionalità minimi e massime all'atto della costruzione; costi massimi dei progetti; criteri di scelta (p.e. minimo valore netto attuale VAN, ecc.).
Analisi	Determinazione delle esigenze di manutenzione (attuali e future); individuazione di una scelta ottimale degli interventi di manutenzione sugli elementi; individuazione degli interventi di manutenzione alternativi sugli elementi; Analisi delle priorità per differenti livelli di budget o per differenti livelli di prestazione.	Sviluppo di campagna di prove in sito ed in laboratorio nei siti di progetto; previsione della prestazione funzionali e strutturali delle diverse alternative di progetto; valutazione economica delle alternative.
Scelta	Determinazione del programma di manutenzione e riabilitazione.	Individuazione dell'alternativa ottimale.
Implementazione	Programmazione degli interventi; Definizione delle gare di appalto e degli importi; monitoraggio della programmazione; aggiornamento dei piani finanziari ed economici; aggiornamento delle caratteristiche d'inventario della base dati.	Controllo delle attività di costruzione; registrazione delle modalità di esecuzione e gestione dei lavori; registrazione delle modalità di esecuzione e gestione dei lavori; aggiornamento della banca dati.

La base su cui si basa un corretto PMS sono i dati sulla rete. Questi dati sono suddivisi in due categorie:

- Dati d'inventario.  
Sono dati storici, amministrativi, geometrici, elementi stradali (ponti, segnali,..).
- Dati di stato della rete.  
Vengono misurati per un monitoraggio periodico, dove si misura caratteristiche della pavimentazione stato delle strutture stradali, stato dei segnali, ecc.

Alcuni concetti importanti che saranno utilizzate per la creazione di un PMS saranno:

### **1.4.1 Indici di stato**

Tali indici di stato apprezzeranno lo stato della pavimentazione stradale nella sezione che si misura. Questi dati raccolti mostrano lo stato della pavimentazione, che servirà poi per fare una corretta pianificazione della manutenzione.

I parametri che sono necessari misurare sono raggruppate in due categorie:

- Strutturali:  
Misurano tutti i difetti che si manifestano nella pavimentazione o struttura stradale.
- Funzionale:  
Si riferiscono allo stato della strada che renderà gli utenti con il loro veicolo, possono viaggiare lungo la strada in modo sicuro e confortevole.

Poi c'è una serie d'indici più specifici che misurano caratteristiche specifiche della pavimentazione. Gli indici più comuni sono:

- Regolarità longitudinale.  
È un fattore essenziale per la qualità della pavimentazione e sta coinvolto nel comfort e sicurezza della circolazione. Essa è definita come la misura della deviazione del profilo reale con una linea retta di riferimento.
- Regolarità trasversale.  
È anche un'indicazione del comfort e della sicurezza della circolazione. Viene misurata attraverso la deviazione verticale dal profilo ideale caratterizzato da una linea retta.
- Aderenza.  
Solitamente, viene espressa con il coefficiente di attrito tra lo pneumatico e la pavimentazione. È una caratteristica della pavimentazione molto importante nella sicurezza.
- Capacità portante.

Viene misurata con il test di deflessione che misura la resistenza alla deformazione della struttura stradale.

- Degradazioni superficiali.  
Per danni superficiali si riferisce a tutte le forme di degrado della pavimentazione come sono: deformazioni, fessure, e altri.

### 1.4.2 Curve di degrado

Non solo un database corretto e una corretta misurazione degli indici di stato saranno sufficienti per una buona gestione della manutenzione. E' necessario avere uno strumento per prevedere l'evoluzione del degrado della pavimentazione e di questa forma stabilire in quale momento sarà necessario un intervento di manutenzione alla fine di ottimizzare i costi. Per questo viene utilizzato uno strumento molto utile che sono le curve di degrado di uno specifico indicatore di stato.

Come esempio viene la curva di degrado della portanza e con differenti modi di azione:

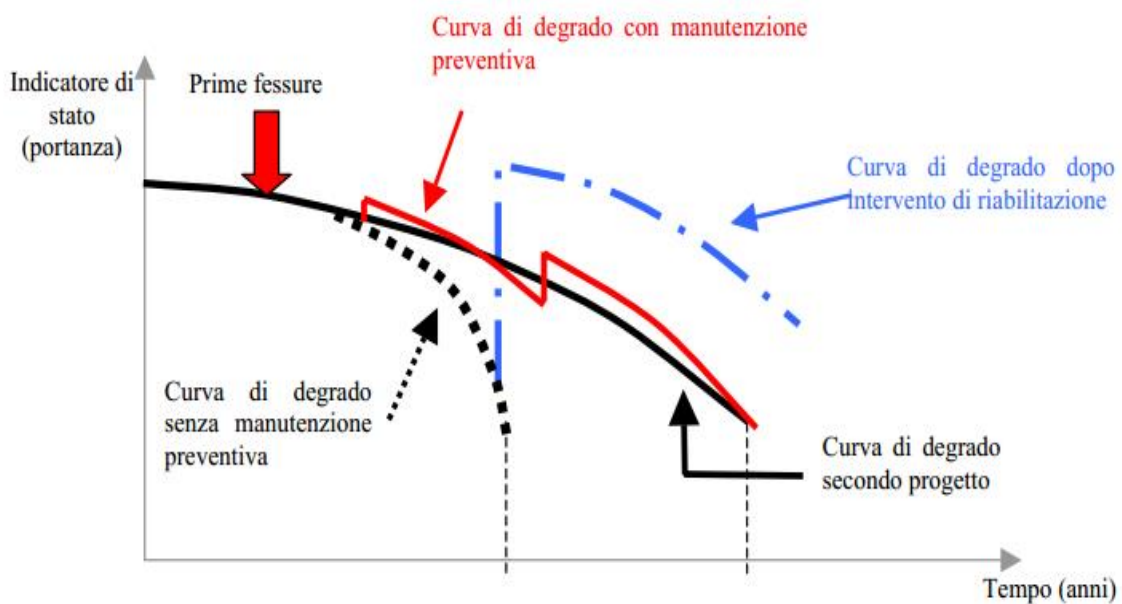


Figura 32: Curva di degrado [6]

Una manutenzione preventiva si basa sulla realizzazione di una corretta manutenzione di forma periodica. E in questo modo garantirà che le caratteristiche con cui è stata costruita la strada rimane più o meno pari alla tutta la vita utile del progetto. Senza questo tipo di manutenzione, la pavimentazione subirà un improvviso e rapido deterioramento, riducendo la vita utile e in questo modo l'aumento dei costi di riabilitazione.

Nelle amministrazioni dove la cultura della manutenzione stradale non è ancora molto radicata, la pratica comune è di intervenire solo se è già verificato il danno, e quando la pavimentazione ha già subito una marcata riduzione delle prestazioni e delle sue caratteristiche di progetto. Questa pratica richiede grandi lavori di ricostruzione e di



riabilitazione per ripristinare le condizioni iniziali e questi lavori comportano costi elevati.

Per essere in grado di prevedere il deterioramento della pavimentazione è utilizzato i modelli di degrado. E viene utilizzato algoritmi per la predizione del deterioramento di tali indici in una certa pavimentazione. A titolo di esempio alcuni modelli sono: sulla base della regolarità longitudinale (IRI), sulla base di aderenza trasversale (CAT).

## **2. GESTIONE E MANUTENZIONE STRADALE: CASI DI STUDIO**

### **2.1. Introduzione**

In questa sezione si cerca di analizzare la situazione a livello mondiale nell'ambito della gestione della manutenzione stradale.

Una grande quantità di paesi risulta molto avanzata in questo campo, paesi in cui si applica da molti anni questa tipologia di sistema e che possono servire come punti di riferimento da cui estrarre informazioni utili per l'implementazione o creazione di nuovi sistemi. Pertanto la ricerca si concentrerà sulla normativa, sulla legislazione, e sulle metodologie di applicazione e di finanziamento di questi sistemi per avere una visione globale dei diversi sistemi di ciascun paese e al fine di proporre una visione completa della situazione sulla manutenzione stradale sia a livello europeo che extraeuropeo.

In primo luogo si analizza in modo complessivo il maggior numero possibile di paesi per raggiungere l'obiettivo sopracitato, ovvero far emergere una panoramica, il più esaustiva possibile, circa la situazione manutentiva a livello mondiale.

In tal senso si è costruita una tabella riassuntiva dove si offre una visione generale per ogni paese attraverso alcuni dei loro aspetti più significativi in questo ambito.

Si sono considerati come aspetti significativi e pertinenti:

- Organizzazione e classificazione della rete stradale.
- Dimensione e distribuzione della rete stradale.
- Agenzie incaricate della manutenzione.
- Esistenza di una politica specifica e concreta per la manutenzione.
- Finanziamento dell'attività manutentiva.
- Come viene eseguita la manutenzione e con quali criteri.

Sia a livello extraeuropeo che europeo, si è scelto, tra tutti i paesi analizzati, solo quelli più avanzati in questo campo; in ambito extraeuropeo i paesi in questione sono: gli Stati Uniti d'America, il Canada, l'Australia e la Nuova Zelanda mentre per quanto riguarda l'ambito europeo l'attenzione si è rivolta a nazioni quali la Spagna, la Germania, la Svizzera, l'Inghilterra e naturalmente l'Italia.

Sarà opportuno evidenziare che si è concluso con un approccio di tipo nazionale restringendo il campo all'applicazione concreta in ambito spagnolo, sebbene la situazione regionale di altri contesti abbia suscitato notevole interesse.

La finalità di tutto questo processo è anzitutto quella di far emergere gli aspetti più incisivi della gestione della manutenzione stradale per poi verificare la sua applicazione nel contesto della Spagna e da qui estenderla ad altri paesi dove questo settore non sia ancora decisamente sviluppato.

## **2.2. Quadro di insieme**

Nella realizzazione dell'analisi della situazione a livello mondiale della manutenzione stradale si deve tener conto che il campo di studio della gestione della rete stradale e in particolari, quello più specifico della gestione della sua manutenzione, è un campo che ha come particolarità la grande variabilità tra i diversi sistemi impiegati per questo fine.

Questa variabilità viene definita per molteplici fattori tra i quali si deve mettere in rilievo che ogni sistema viene implementato sulla base del soddisfacimento delle necessità particolari dell'amministrazione incaricata della manutenzione generando l'uso di diversi indici per riflettere lo stato della pavimentazione, diverse metodologie per la determinazione della scelta più adatta alle condizioni, diversi metodi per il monitoraggio dello stato della pavimentazione e molti altri fattori che variano da un sistema all'altro. Pertanto, nonostante si abbiano principi molto simili o a volte uguali, i risultati finali divergono molto.

Altra caratteristica che aumenta la diversità è il diverso grado di sviluppo che si ha tra i diversi paesi. Ci sono paesi dove questa tipologia di sistemi viene usata da molti anni, e la loro efficacia ed efficienza è stata già comprovata da tempo, mentre ci sono paesi dove questi sistemi sono una cosa più a livello sperimentale e teorico.

A causa di questa diversità tra sistemi e paesi e con l'intenzione di fare un buon approccio, si è scelto come migliore metodo di rappresentazione la tabella.

Si è scelta la tabella perché era l'unico metodo di rappresentazione che permette di capire a colpo d'occhio la situazione globale di ogni paese rispetto alla gestione della manutenzione, permettendo anche una comparazione facile e diretta tra i paesi.

Per fornire una situazione globale, è necessario analizzare tutta una serie di parametri che sono raggruppabili in:

- Gestione della rete stradale  
Con questo punto si cerca di capire come viene effettuata la gestione stradale in ciascun paese. Per raggiungere questo obiettivo si cerca riguardante l'amministrazione responsabile della gestione della rete e come viene effettuata la classificazione.
- Standard, regolamentazione, legge e linee guida sulla manutenzione  
In questo gruppo si cerca di vedere qual è la situazione normativa circa la manutenzione stradale, perciò si analizza se ci sono leggi, norme, linee guida rispetto alla manutenzione o se invece non c'è niente.  
Nel caso in cui esista questa normativa si specifica qual è e che funzione svolge.
- Misurazione dello stato della pavimentazione  
Questo punto serve per vedere se viene misurato o no lo stato della pavimentazione e in caso affermativo l'agenzia responsabile.

- Responsabile dalla manutenzione stradale  
Questo gruppo comprende un'unica domanda in cui si cerca di vedere quali sono le agenzie responsabili della manutenzione stradale.
  
- Soglie di accettazione per la pavimentazione.  
L'esistenza di soglie di accettazione è uno dei requisiti minimi per la definizione di un sistema di gestione della manutenzione perché determina il livello che la pavimentazione non può superare, determinando anche il punto a partire dal quale l'intervento deve essere realizzato. Pertanto in questo gruppo si cerca di vedere se esistano valori di soglia e quali siano.
  
- Budget e finanziamento.  
In questo gruppo si è cercato di fornire informazioni circa il budget totale destinato alla manutenzione, indicando anche la spesa in manutenzione per chilometro di rete.

La tabella riassuntiva viene fornita nell'allegato A ed è stata organizzata in modo tale che ciascuna fila permetta la visione delle caratteristiche di ciascun paese e pertanto la comparazione tra i differenti paesi si può effettuare attraverso la comparazione delle colonne.

### **2.3. Casi di studio**

Come si accennava nell'introduzione a questa parte, si procede adesso con l'analisi delle principali caratteristiche dei diversi sistemi di gestione della pavimentazione stradale nei paesi più avanzati in questo campo.

#### **2.3.1. Casi internazionali**

Per quanto riguarda ai paesi internazionali, fuori del ambito territoriale europeo, i paesi analizzati sono:

- Australia
  
- Canada
  
- Stati Uniti d'America
  
- Nuova Zelanda

### 2.3.1.1. Australia

L'Australia ha una rete stradale di 825500 km e la gestione della rete dipende dal governo centrale, da quelli statali o dai governi locali.

L'Australia è divisa in 6 stati (Victorian, New South Wales, Western Australia, Queensland, South Australia, Tasmanian) e 2 territori (Australia Capital Territory, Northern Territory). I governi statali hanno la responsabilità per quanto riguarda le normative relative alle materie di interesse dello Stato, come scuole e ospedali, strade e ferrovie, utenze come luce e acqua, estrazione mineraria e agricoltura.

#### **2.3.1.1.1. Classificazione delle strade**

- Autostrade e autostrade/strade a pedaggio.  
Possono essere pubbliche o private (a pedaggio).
- Strade (Highways).  
Esiste una rete stradale nazionale che collega le capitali di ogni stato e le altre città importanti. La rete stradale nazionale è in parte finanziata dal Governo Federale e dalla maggior parte delle risorse degli Stati. Ogni governo statale gestisce la manutenzione della propria rete stradale.
- Strade locali.  
I governi locali gestiscono le strade locali nelle aree rurali e nelle aree urbane.
  - Strade urbane: sono pavimentate, hanno un limite di velocità di 50 chilometri all'ora.
  - Strade extraurbane: spesso non sono pavimentate.

#### **2.3.1.1.2. Funzionamento della gestione della rete stradale e del finanziamento**

La responsabilità della gestione delle strade australiane sono suddivise secondo l'amministrazione che gestisce: Federale, Statale e Locale.

Le strade australiane sono gestite dagli stati e dalle agenzie dei governi territoriali. Il governo federale contribuisce al finanziamento delle principali strade che collegano le capitali e i grandi centri regionali.

Il Governo Federale elargisce finanziamenti nell'ambito del programma AusLink (Australian Government Transport Program) promosso dal Department of Transport and Regional Development. Nel 2009 l'Auslink è stato sostituito dal National Building Program (National Land Transport). Questo programma comprende parecchi programmi di finanziamento come:

- Progetti Nazionali.
- Manutenzione della rete Nazionale (sono le strade più importanti che collegano le grandi città dell'Australia).
- Roads to Recovery Program. Assegna i fondi ai consigli in ogni stato o territorio.
- Miglioramento dei tratti stradali più pericolosi.

- Programma Strategico Regionale.
- Innovazione e ricerca.
- Finanziamento delle strade locali.

Altre autostrade e strade sono finanziate dai rispettivi governi statali. Le strade locali sono finanziate dal terzo livello governativo, i consigli locali.

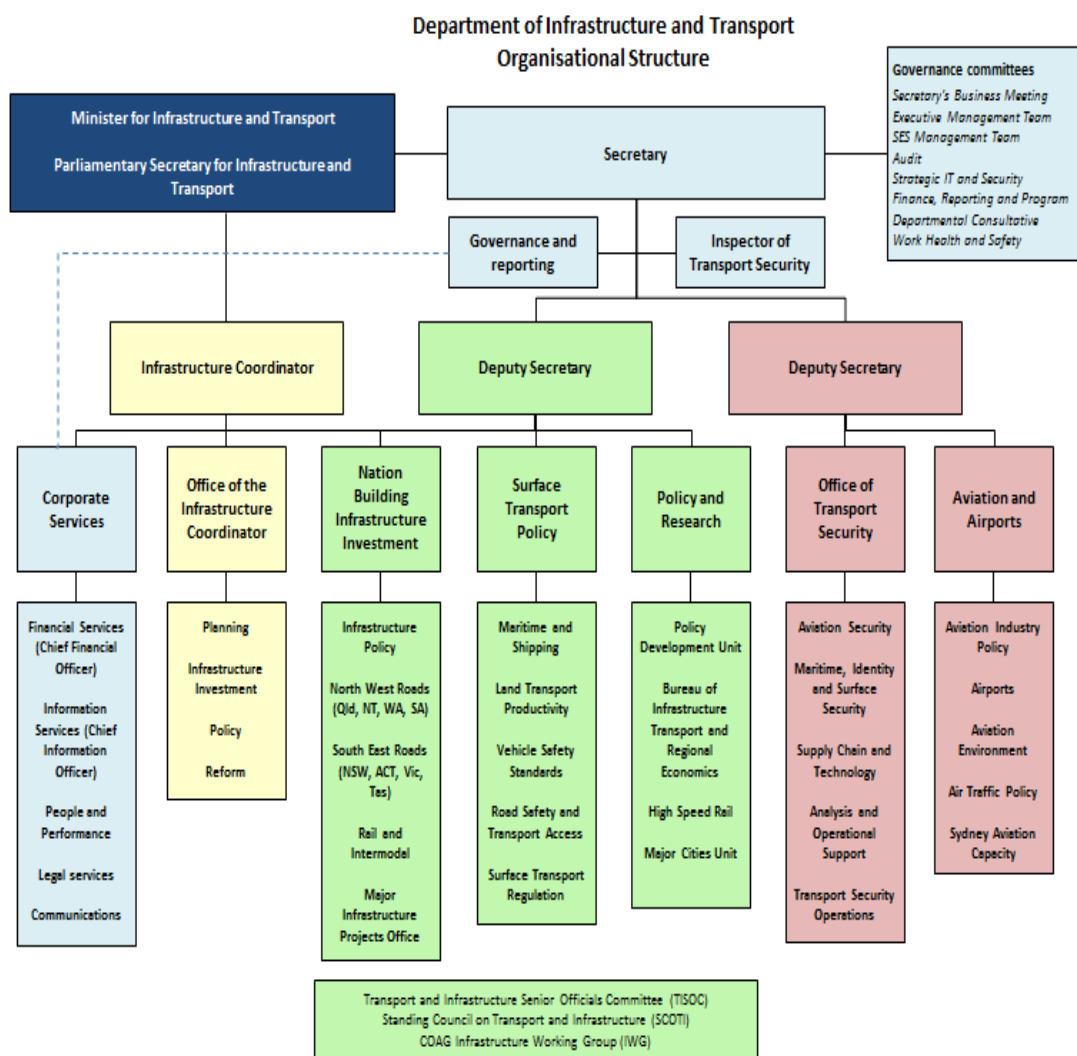


Figura 33: Schema di organizzazione del Departamen of Infrastructure and Transport estratta dal proprio sito web

Organismi coinvolti nel finanziamento derivante dal governo centrale:

**Department of Transport and Regional Development.** È l'organo del Governo Centrale che amministra i diversi territori dell'Australia in tema di trasporto. Quest'organo fornisce al Governo Centrale consigli tecnici in relazione con gli interessi delle commissioni nei diversi territori e le sue politiche nel settore stradale. È coinvolto nelle seguenti attività:

- Sviluppo di politiche e leggi.

- Consulenza politica sull'efficienza dei programmi e progetti.
- Consulenza normativa e legislativa.

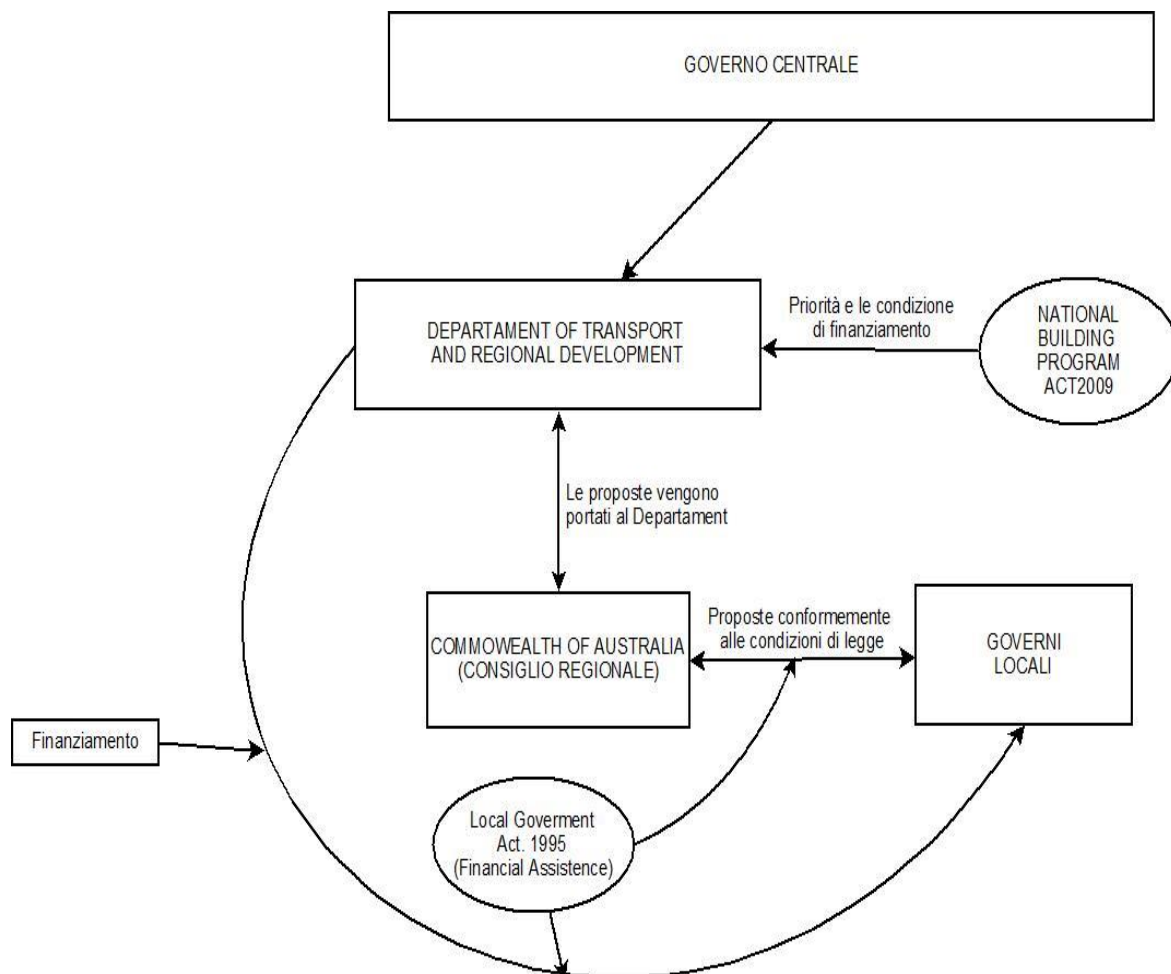


Figura 34: Schema di priorità e condizioni di finanziamento

**Commonwealth of Australia.** È un consiglio che si occupa della distribuzione dei fondi statali.

I diversi **Stati dell'Australia e i Territori**, i **governi regionali**, gli **organismi locali** ricevono finanziamenti dal governo centrale.

Tutto il processo di finanziamento è definito dalla legge "*Local Government Act. 1995 (Financial Assistance)*" che è stata aggiornata nel 2000 e nel 2009. In questa legge viene definito come gestire e come stabilire quanto e in quale forma i governi locali o gli enti locali riceveranno il finanziamento dal governo centrale. Gli organismi di governo locale fanno delle proposte alle commissioni in ciascuna giurisdizione (Commonwealth). Queste proposte dovrebbero essere conformi ai principi nazionali formulati nel Local Government Act del 1995. Sulla base di queste proposte, il governo centrale e il ministero sono responsabili di accettare queste richieste di progetto ed elargire il finanziamento.

Il ministero ha elaborato un programma per dare priorità alle spese in materia di trasporto su strada. Si chiama "*National Building Program (National Land Transport)*"

*Act.2009* che è precedente all' *"Auslink"*. In questo programma è definito il *National Land Transport Network* e sono elencate le caratteristiche che devono essere soddisfatte sia per le strade che per le ferrovie.

Nei programmi viene definito come i progetti di manutenzione saranno approvati se questi sono compresi in una *National Land Transport Network*. Si può anche approvare il finanziamento per la manutenzione di una strada che esiste già e non è compresa nel N.L.T.N. e che non è di responsabilità di nessun governo locale.

### **2.3.1.1.3. Politica di manutenzione stradale**

La gestione delle strade in Australia è compito delle agenzie statali che hanno la responsabilità della manutenzione delle strade National Highway e State Roads. Le strade locali sono in gran parte di competenza dei governi locali (strade urbane ed extraurbane), ma in alcuni casi possono anche mantenere alcune strade statali.

Le agenzie regionali che si occupano delle strade in ogni regione sono:

- Victorian: Victorian Road Freight Advisory Council (Vicroads). Questa agenzia appartiene al Department of Transport, Planning and Local Infrastructure.
- Northern Territory: il Department of Infrastructure è l'agenzia che costruisce e progetta le strade nel territorio, tuttavia il Department of Transport è anche responsabile della gestione e manutenzione di tali strade (anche di gestire tutto il sistema di trasporto).
- New South Wales: è il Transport for NSW che con la sua divisione responsabile delle strade, gestisce ed effettua la manutenzione stradale.
- Western Australia: Department of Transport è responsabile per la rete stradale, per le ferrovie, per gli aeroporti e i porti. Vi è anche Main Roads che è responsabile delle strade principali della regione e ha 10 uffici in tutta la regione.
- Queensland: è il Department of Transport and Main Roads e con la sua divisione RoadTek è responsabile per la costruzione e la manutenzione delle strade in questa regione.
- South Australia: è il Department of Planning, Transport and Infrastructure responsabile della costruzione e manutenzione stradale.
- Australia Capital Territory (ACT): Public authorities & territory owned corporations che gestisce le strade.
- Tasmanian: il responsabile della gestione e manutenzione stradale è il Department of Infrastructure, Energy and Resource. Questo dipartimento ha



una divisione che è responsabile delle strade e si occupa della costruzione, gestione e manutenzione delle strade statali.

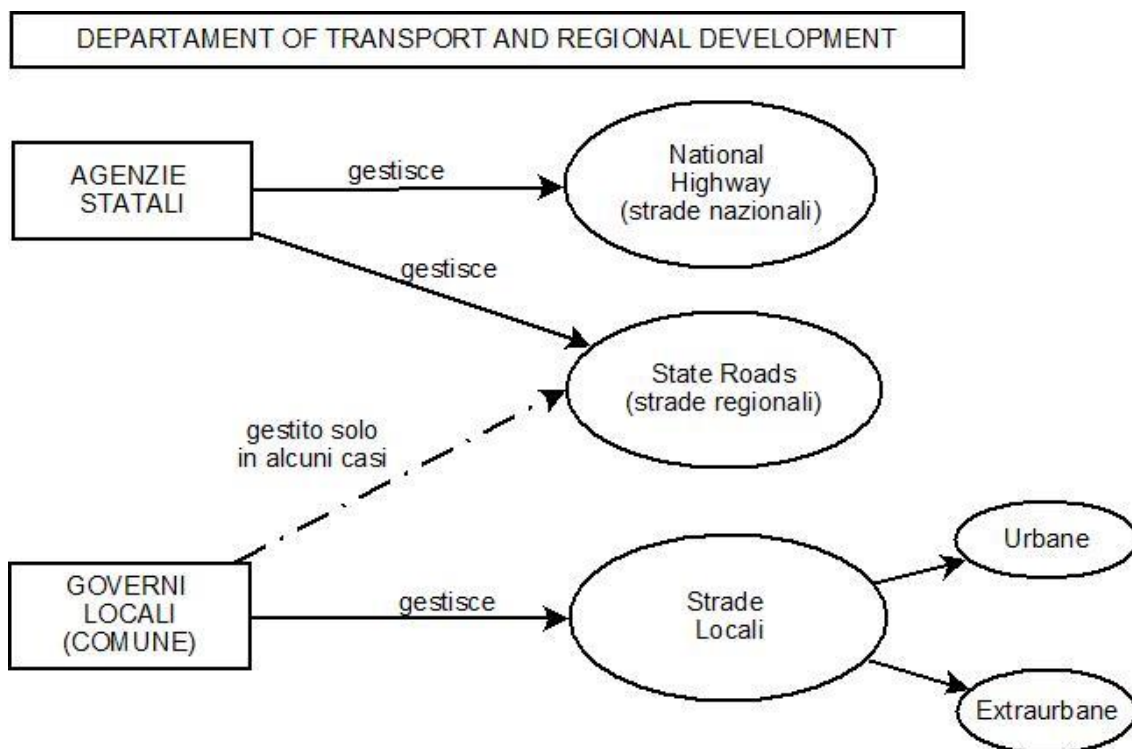


Figura 35: Schema della gestione delle rete dalla Australia

Per poter accedere al finanziamento da parte delle agenzie statali, i MOUs (Memorandum of Understanding) forniscono una serie di condizioni per il finanziamento concordato tra le Commonwealth (Consigli) dell’Australia e i governi statali, e tra Commonwealth e ARTC (Australian Rail Track Corporation).

In quest’accordo sono raccolti una serie di termini per poter ottenere i finanziamenti per la manutenzione stradale. Le condizioni vengono raccolte nel documento *National Building- Notes on Administration*.

#### **National Building- Notes on Administration:**

Il contributo del Governo dell’Australia alla manutenzione delle strade della Rete Nazionale (N.L.T.N.) viene erogato annualmente ad ogni stato. Il Ministero approva la ripartizione annuale per la manutenzione ai paragrafi 9 (1) e 17 (1) della legge (Act.). La ripartizione annuale viene determinata attraverso una formula. La formula si basa sulle tre componenti delle strade senza pedaggio della Rete Nazionale (N.L.T.N.) in ogni stato, le quali hanno lo stesso peso:

- Lunghezza della corsia.
- Media dei veicoli al giorno.
- Media dei veicoli pesanti al giorno.

Il Governo dell’Australia assegna per ogni stato un budget per la manutenzione stradale che viene determinato in funzione del valore di ciascuna delle caratteristiche

della rete stradale elencante prima per essere posteriormente ripartiti fra il totale di tutte le strade della Rete Nazionale (N.L.T.N.) senza includere le strade a.

Ciascun stato deve stendere due relazioni sulla manutenzione stradale. Queste relazioni sono:

- 1) I dati del formulario di manutenzione stradale. Questi dati sono utilizzati per regolare l'assegnazione dei fondi di manutenzione tra gli stati. La tabella è la seguente:

Tabella 2: Manutenzione stradale criterio di ripartizione da consegnare entro il 31 dicembre di ogni anno

Nome corridoio						
Collegamento	Lunghezza del collegamento (km)	Lunghezza corsia (km)	AADT (media di collegamento)	ESA * mostrano il % da ciascuna Austroads classe e ESA per classe	Veicoli kmt	ESA. Kmt
Totale						

\*Un valore sezione traffico in base dell'ESA per classe di veicolo deve essere utilizzato in conformità con le raccomandazioni Austroads.

- 2) Un rapporto sulle prestazioni della manutenzione. Nel rapporto sono forniti i dati e le spese dell'anno precedente, e anche le spese programmate per l'anno in corso. Si deve indicare la spesa annuale totale (compresa quella per la riabilitazione/ricostruzione) di ciascuna sezione, indicando separatamente la pavimentazione e tutto ciò che non rientra nella voce pavimentazione.

I requisiti imposti dal governo per la relazione annuale (da consegnare il 30 settembre) sono i seguenti:

- **Dati.**  
I dati devono essere forniti per via elettronica con georeferenziazione. Per le strade a due corsie sono richiesti i dati per entrambe le corsie.
- **I dati delle caratteristiche stradali.**  
Sono richiesti i seguenti dati:
  - 1) Rugosità. IRI (Internacional Roughness Index) per l'anno precedente.
  - 2) L'età della pavimentazione.

- 3) La durata di vita attesa per la pavimentazione.
- 4) Larghezza della corsia.
- 5) Limite di velocità.
- 6)

- **Dati di utilizzo delle strade.**

- 1) AADT (Annual Average Daily Traffic) per l'anno in corso.
- 2) Percentuale di veicoli pesanti.

I dati di utilizzo devono essere forniti al livello più dettagliato possibile.

Tutti i dati devono essere forniti per lunghezze brevi (circa 1 km).

- **Spese per la manutenzione.**

- 1) La spesa totale annua per la manutenzione (inclusa la riabilitazione/ricostruzione) per ogni sezione di strada. Vengono elencate separatamente le spese per la pavimentazione e per tutto ciò che non rientra nella voce pavimentazione.
- 2) Il budget stimato per la manutenzione della pavimentazione e per tutto ciò che non rientra nella voce pavimentazione.

- **Finanziamento della manutenzione.**

Il finanziamento del Governo dell'Australia può arrivare a un massimo del 25% di assegnazione annuale, previa ricezione di un rapporto conforme relativo all'anno precedente.

- **Gli indicatori della manutenzione.**

Il Governo dell'Australia utilizza due indicatori, il RQI (Riding Quality Index) e il PMI (Preventive Maintenance Index) per determinare se la sezione stradale viene mantenuta adeguatamente.

I fondi per la manutenzione stradale dal governo obbligano gli stati a mantenere ogni sezione stradale almeno fino all'inizio del National Building Program. Il governo centrale può anche finanziare piccole opere urgenti e non programmate.

#### **2.3.1.1.4. Finanziamenti futuri**

Il governo ha redatto una lista di priorità nazionali e di progetti da realizzare. Tutta questa pianificazione viene raccolta nell' "*Investing in Australian's Future*".

Il governo ha redatto anche un documento con lo studio delle spese stradali future, "*Roads 2020*".

##### *Roads 2020*

Si tratta di un documento redatto nel 1997 per il Bureau of Transport and Communications Economics (BTCE). Il BTCE è una entità che fornisce analisi economiche, ricerche e statistiche su temi e questioni che riguardano le regioni

dell'Australia, con lo scopo di informare sia sullo sviluppo di politiche di governo sia su una più ampia comprensione del sistema dei trasporti.

Nel documento sono stimati i costi e i lavori fino al 2020 riguardanti le strade nazionali australiane (Federal Road Funding). È un'analisi effettuata per le strade non urbane, finanziate con fondi federali (Network Highway System).

Questo documento divide i costi in 4 categorie:

- Aumento della capacità delle strade.
- Costruzione di circonvallazioni nelle città.
- Manutenzione stradale.
- Sostituzione di ponti.

Il BTCE ha ricevuto un database dalle autorità stradali di ogni stato, in cui sono descritte le caratteristiche e i livelli di traffico delle strade. Le strade sono divise in sezioni omogenee e diverse variabili sono misurate come il tipo di superficie, rugosità, livelli di traffico e tipo di traffico.

Il BTCE ha sviluppato un modello computazionale chiamato RIAM (Road Infrastructure Assessment Model) per poter analizzare i diversi dati. Il RIAM è un modello scritto in linguaggio C++ ed elabora una previsione futura del traffico e della manutenzione. In questo modo fa una stima dei costi ottimali per l'anno.

Nel documento c'è un capitolo che tratta della manutenzione e dei modelli previsionali (modelli di degrado). Il RIAM stima i costi di manutenzione in tre categorie:

- **Riabilitazione.**

L'indicatore per sapere quando la strada necessita di riabilitazione misurando la rugosità. La rugosità è misurata in NAASRA Roughness Meter (NRM). Una volta arrivata al TRL (Terminal Roughness Level) la pavimentazione viene riabilitata e il ciclo ricomincia.

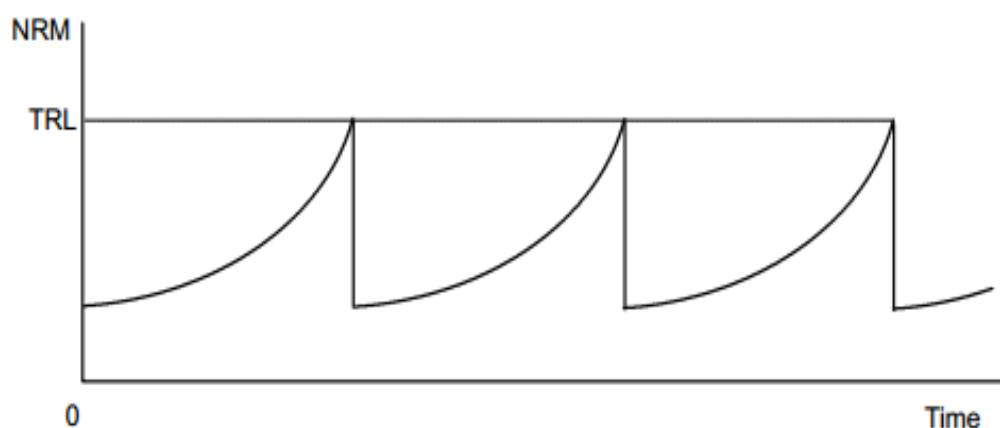


Figura 36: Evoluzione del profilo di rugosità nel tempo

Per ogni tratto di strada, il modello stima una curva di decadimento del livello di rugosità, in base ai dati dell'anno di misura.

Il modello fa una stima del tempo ottimale per eseguire i lavori di riabilitazione. Se il modello non ha trovato un TRL ottimale sotto 160 MRN, allora la riabilitazione

automaticamente avviene una volta che la pavimentazione raggiunge i 160 MRN. I costi previsti per la riabilitazione dipendono principalmente dai livelli di traffico, dal clima e dalla rugosità attuale. RIAM permettere solo due tipi di trattamento (riabilitazione): ricostruzione o rifacimento superficiale (overlay).

- **Ricostruzione della pavimentazione.**

Una volta che la pavimentazione è stata ricostituita, non ci sarà necessità di un rifacimento per gli anni successivi. Se non c'è una riabilitazione entro il periodo di previsione, il modello assume che la ricostruzione sarà ogni 10 anni.

- **Manutenzione ordinaria.**

È semplicemente calcolata sulla base di un importo per metro quadrato all'anno: comprende il taglio dell'erba e degli alberi, riparazioni e sostituzioni dei segnali, chiusura delle buche e altri piccoli lavori.

Per i tre tipi di manutenzione, i costi generici per metro quadrato di pavimentazione si considerano validi per ogni categoria di strada. I costi utilizzati dal BTCE sono:

*(\$ per square metre of pavement area)*

<i>Standard</i>	<i>Rehabilitation</i>		<i>Reseals</i>		<i>Routine maintenance</i>	
	<i>Sealed</i>	<i>Unsealed shoulder</i>	<i>Bitumen surface</i>	<i>Asphalt</i>	<i>Sealed</i>	<i>Unsealed shoulder</i>
2 lane narrow, unsealed shoulders	30.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25
2 lane narrow, sealed shoulders	30.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25
2 lane wide (including standards where there are overtaking lanes)	30.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25
4 lane divided	60.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25
6 lane divided	60.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25
8 lane divided	60.00	20.00	2.50	12.50	1.00	1.25

*Note* Reseals are assumed to occur every 10 years except when a rehabilitation occurs.

Figura 37: Costi di manutenzione fonti BTCE (Bureau of Transport and Communications Economics)

La ricostruzione della pavimentazione e i costi della manutenzione ordinaria sono approssimativamente proporzionale alla lunghezza della strada.

### 2.3.1.2. Canada

Il Canada ha un totale di 1'042'300 km di strade, di cui 415'600 km sono pavimentate, comprensive di 17'000 chilometri di autostrade (expressways). Nel 2008, 626'700 chilometri erano senza pavimentazione. Il sistema stradale nazionale è costituito da oltre 38'000 km di strade principali nazionali e regionali.

#### **2.3.1.2.1. Classificazione delle strade**

Il Canada è organizzato in 13 province. Ciascuna provincia ha una propria amministrazione che è responsabile dei trasporti, inclusa l'amministrazione delle strade. L'amministrazione centrale è il Ministero dei Trasporti del Canada, con il supporto tecnico della Canada Transport.

Canada Transport è l'agenzia responsabile di controllare e regolare molti aspetti del trasporto all'interno della giurisdizione canadese (ma poi ogni regione ha la sua propria agenzia di trasporto). Canada Transport è sotto la direzione del Ministero dei Trasporti del governo federale.

#### **1) Localizzazione geografica**

- Province. Ciascuna delle province ha la propria amministrazione per la gestione delle strade. Queste amministrazioni sono:
  - Alberta (Alberta Transportation).
  - British Columbia (Ministry of Transportation).
  - Manitoba (Manitoba Infrastructure and Transportation).
  - New Brunswick (Department of Transportation).
  - Newfoundland and Labrador (Department of Transportation and Works).
  - Northwest Territories (Department of Transportation).
  - Nova Scotia (Transportation and Public Works).
  - Nunavut (Department of Economic Development and Transportation).
  - Ontario (Ministry of Transportation).
  - Prince Edward Island (Transportation and Public Works).
  - Québec (Ministère des Transports).
  - Saskatchewan (Saskatchewan- Highways and Transportation).
  - Yukon (Department of Highway and Public Works- Transportation- Road Safety).

## 2) Giuridica

- Strade Statali.  
Giurisdizione Federale (per Transport Canada) o sotto il controllo di agenzie. Sono organismi di controllo delle infrastrutture viarie che includono: "*Public works and Government Services Canada*", "*Service Canada*", "*Department of National Defence*", "*Park Canada*", "*Indian and Northern Affairs Canada*" and "*Federal Bridge Corporation Ltd*". Lo stato federale è responsabile della manutenzione delle strade che passano sul territorio dei parchi nazionali e in Alaska e che sono gestite dai Parks Canada e Public Works e Government Service Canada. Lo stato federale è anche coinvolto nell'amministrazione del *National Highway System (NHS)* e *Trans-Canada Highway (Transport Canada)* e delle connessioni con gli U.S.A., insieme al *Transportation Border Working Group (TBWG)*.
- Strade Provinciali.  
La loro giurisdizione è controllata dalle province o dai governi territoriali. La maggior parte delle strade del Canada sono di responsabilità provinciale. Le province sono responsabili della pianificazione, progettazione, costruzione, gestione, mantenimento e finanziamento della rete stradale, inclusa la rete stradale a pedaggi.
- Strade municipali.  
Sotto il controllo dei municipi
- Strade di accesso.  
Terreno pubblico, solitamente costruite e mantenute da società private
- Strade private.  
Costruite e mantenute da enti privati

## 3) Caratteristiche progettuali

- Rurali
- Urbane

## 4) Funzione della strada

- Arterie
- Locali
- Zone remote

Le strade nazionali del Canada includono le Trans-Canada Highway (TCH) e il National Highway System (NHS) (che corrispondono alla giurisdizione provinciale/territoriale), con l'eccezione citata sopra dell'Alaska e dei parchi nazionali.

## National Highway System (NHS):

Le NHS sono strade importanti per il commercio e per gli spostamenti inter-provinciali e internazionali (con gli USA).

Nel 2005 è stata emessa una "Task Force Report 2005" per affrontare i problemi della gestione dei costi di riabilitazione del NHS, con la partecipazione di tutti i dipartimenti di trasporto federali, provinciali e territoriali. In il "Task Force" le strade comprese nel NHS sono state suddivise in 3 categorie:

- Core Routes: itinerari principali interprovinciali e internazionali.
- Feeder Routes: itinerari di collegamento.
- Northern and Remote Routes: costituiscono l'accesso alle zone del nord e remote.

Tabella 3: Chilometri delle NHS per giurisdizione, definite per il Task Force Report 2005

Giurisdizione	Core Routes (km)	Feeder Routes (km)	Northern and Remote Routes (km)	Totale (km)
Yukon	1079	-	948	2027
Northwest Territories	576	-	847	1423
Nunavut	-	-	-	-
British Columbia	5861	447	724	7032
Alberta	3970	217	197	4384
Saskatchewan	2450		238	2688
Manitoba	982	742	370	2094
Ontario	6131	706		6837
Quebec	3448	766	1436	5650
New Brunswick	993	832	-	1825
Prince Edward Island	208	188	-	396
Nova Scotia	903	296	-	1199
Newfoundland and Labrador	1008	298	1163	2469
Totale	27609	4492	5923	38024

Il rapporto comprendeva anche proposte "prestazioni" minime desiderabili per i percorsi sul sistema National Highway. È stato stabilito che le NHS deve soddisfare le seguenti condizioni:

- 1) Velocità minima di circolazione 90 km/h.
- 2) Essere in grado di fornire tutti i servizi meteorologici, standard nazionali per pesi e dimensioni dei veicoli.



3) Fornire un indice di comfort (RCI) di 0,6 o superiore o un valore equivalente se viene utilizzato un altro metodo di misurazione.

Anche in questo documento si trova un inventario dettagliato degli itinerari. Sono definite le regioni attraverso cui passano i km che appartengono ad ogni provincia e chi ha la responsabilità di ogni ramo stradale (municipale, provinciale o federale).

Si parla di una cosa importante per la manutenzione, cioè che si è convenuto che i progetti che coinvolgono una riabilitazione significativa della pavimentazione e della struttura viaria dovrebbero avere il diritto ad una cooperazione finanziaria attraverso programmi di investimento federale. Per questo motivo il documento aiuta a distinguere tra i progetti di riabilitazione e manutenzione ordinaria. Viene data la definizione della riabilitazione di una pavimentazione (che si trova nella TAC Pavement Design and Management Guide 1997): "è l'applicazione delle misure appropriate, tra cui la ricostruzione, per prolungare la vita utile di una pavimentazione, quando la rugosità, l'inadeguatezza strutturale o difetti superficiali eccessivi diventano inaccettabili; può essere usata anche per rafforzare una pavimentazione che sarà sottoposta a carichi di traffico superiore a quelli inizialmente stimati. Si deve tener conto che l'intervento manutentivo dovrebbe mirare a ottenere come minimo 10 anni di ampliamento della vita utile per avere la compartecipazione finanziaria (governo/provincia)"



Figura 38: Mappa della rete appartenente al National Highway System

## Trans-Canada Highway (THC):

È una rete stradale che corre da est a ovest attraverso il Canada (attraverso 10 province e collegando le principali città). Attualmente, la costruzione della maggior parte di queste strade e autostrade è responsabilità provinciale. Le province prendono decisioni riguardo alla progettazione, costruzione, standard di sicurezza, manutenzione e finanziamento delle strade della Trans-Canada che sono sotto la loro giurisdizione. Il governo del Canada attraverso Transport Canada è l'unico responsabile della manutenzione delle Trans-Canada highway nelle zone dei parchi nazionali. Negli ultimi anni, Transport Canada ha aiutato le province, finanziando i miglioramenti necessari.



Figura 39: Mappa della rete Trans-Canada

### 2.3.1.2.2. Budget definiti per le pavimentazioni

I fondi destinati alle pavimentazioni canadesi si ripartiscono circa in un 80% per la costruzione di nuove infrastrutture viarie e in un 20% destinato invece alla riabilitazione e manutenzione.

Secondo uno studio del Canada Transport, i vari costi sono classificati come:

- Costi di prima costruzione.
- Costi di riabilitazione e manutenzione.  
I budget per la riabilitazione e manutenzione vengono assegnati a progetti specifici: interventi di manutenzione straordinaria.
- Manutenzione ordinaria.  
Solo per interventi di piccola entità e senza riferimento ad alcun progetto specifico (ogni regione è responsabile del finanziamento di tali costi).

- Manutenzione invernale.  
Comprende costo della rimozione di neve dalla carreggiata stradale e interventi di prevenzione contro il gelo.

Il governo centrale finanzia le infrastrutture stradali attraverso fondi federali amministrati dal Transport Canada che dopo distribuisce le risorse sulla base di aspetti tecnici ed economici. È la stessa Transport Canada che si occupa di raccogliere le entrate dei fondi attraverso le tasse agli utenti stradali, le tasse provinciali, le tasse sui carburanti, i ricavi dei parcheggi, le multe. Una parte, come è indicato nel diagramma sottostante, è indirizzata alle province per il miglioramento del NHS e TCH. Le province sono responsabili della gestione della manutenzione e del suo finanziamento per quanto riguarda le strade che passano sul loro territorio.

### 2.3.1.2.3. Gestione della manutenzione stradale

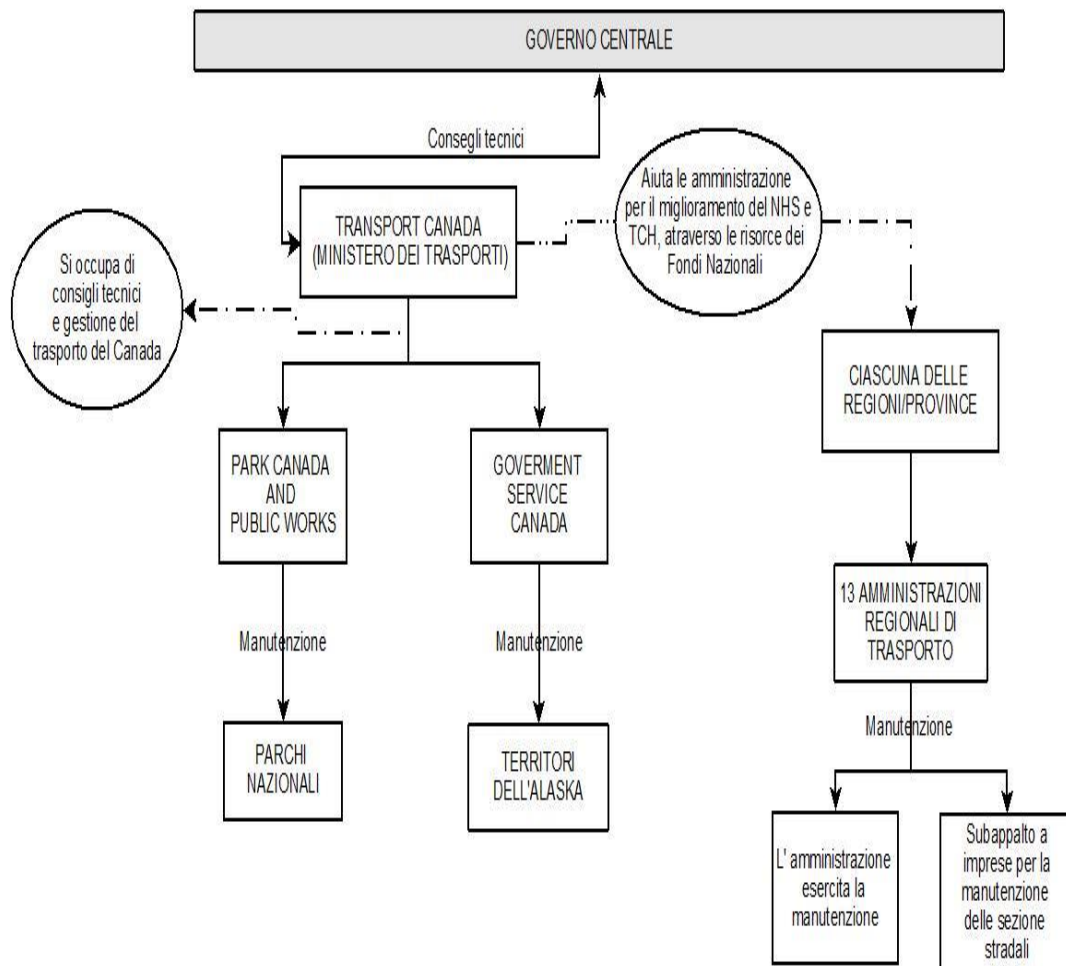


Figura 40: Schema gestione della manutenzione nel Canada

Il Transport Canada (come il ministero dei trasporti) è responsabile della pianificazione, della gestione, del finanziamento, del funzionamento, di stabilire gli standard, di fornire delle guide, ecc. di tutti i sistemi di trasporto in Canada.

Il Transport Canada imposta un programma per le infrastrutture di trasporto di tutto il Canada che assicura obiettivi ambientali, di sicurezza, di affidabilità ed efficienza. Questi programmi saranno necessari per la gestione dei progetti e per la decisione della distribuzione dei fondi federali tra i diversi progetti. Nonostante il sistema di trasporto all'interno di ogni provincia/territorio sia di responsabilità della stessa amministrazione territoriale, il Transport Canada interviene in tutte le problematiche di natura interprovinciale, internazionale (con gli USA) o inter modale. A questo scopo il Transport Canada ha emesso il documento "*Transport Canada IM/IT Strategies Investment Plan 2009/10-2012/13*" che è un documento che spiega quali saranno gli investimenti nelle infrastrutture di trasporto.

Il governo centrale gestirà il budget attraverso il Transport Canada, che fa un'analisi tecnica e finanziaria di tutte le proposte di programma per soddisfare le esigenze dei canadesi e si basa su tre pilastri:

- Gestione efficiente per ottenere i risultati
- Continua evoluzione delle proposte
- Applicazione di misure per il miglioramento dei programmi già esistenti

Ci sono altre agenzie che dipendono dal Transport Canada, e che sono *Parks Canada and Public Works* e *Government Service Canada*. Queste due agenzie sono responsabili della manutenzione delle strade che si trovano nel suolo dei parchi nazionali o dell'Alaska. Queste amministrazioni hanno creato un sistema di gestione delle pavimentazioni (PMS) per effettuare una gestione e una manutenzione efficiente delle pavimentazioni. In questa proposta vengono definiti gli indici *Comfort Index (RCI)* e *Pavement Condition Index (PCI)* con diversi livelli e da questi livelli vengono determinate le priorità per i lavori di manutenzione stradale ed è anche stabilito un metodo (attraverso algoritmi) per fare una previsione dei costi di questi lavori.

Ogni provincia si occupa della manutenzione delle strade, così come per il NHS e THC e le strade comunali, che possono essere gestite anche dal Comune stesso.

Il Transport Canada può aiutare a finanziare i progetti di riabilitazione e di miglioramento di NHS e THC, ogni volta che vengano soddisfatti i requisiti descritti nella *Task Force 2005*. Questo finanziamento sarà stabilito dal Funding Programs che è responsabile della distribuzione dei fondi tra le province/territori, comuni e settore privato.

Ogni provincia ha il proprio consiglio (13 amministrazioni regionali) che è responsabile per il trasporto nel proprio territorio e per la manutenzione. Queste amministrazioni sono responsabili della gestione, del finanziamento e della creazione di un piano di manutenzione stradale. La manutenzione può essere effettuata da organismi pubblici dipendenti dell'amministrazione regionale o da aziende private che si occupano di alcuni tratti stradali.

### 2.3.1.3. Nuova Zelanda

La Nuova Zelanda ha una rete stradale di 10895 km di cui 170 km sono autostrade. La "State Highway Network" è la rete principale ed è amministrata dalla NZTA (New Zealand Transport Agency). La maggioranza delle strade sono urbane e sono controllate da città e distretti (82000 km di "Local authority roads" pavimentate e non). Alcune strade sono sotto il controllo di altre autorità, come la *New Zealand Department of Conservation* o autorità portuali e aeroportuali.

#### 2.3.1.3.1. Classificazione delle strade

Diversi documenti hanno fatto varie classificazioni. La classificazione più diffusa prevede la suddivisione delle strade in urbane e rurali. A loro volta le strade urbane e rurali sono suddivise in sottocategorie di strade sulla base dei veicoli che transitano ogni giorno su quella strada. Tra le varie classificazioni ne esiste una per la manutenzione stradale. Questa gerarchia che è riportata nella "New Zealand Transport Agency Maintenance guidelines for local roads (2012)" è la seguente (I numeri si riferiscono ai veicoli al giorno):

Tabella 4: Classe di strada per veicoli al giorno [7]

GRUPPO	A	B	C	D	E	F	G	H
URBANA	>10000	5000-10000	1000-5000	200-1000	<200		TRACKS	
RURALE		>5000	1000-5000	200-1000	50-200	<50		

#### 2.3.1.3.2. Politica di manutenzione

La New Zealand Transport Agency (NZTA) è l'agenzia di amministrazione centrale dei trasporti che si occupa della gestione e della creazione di strategie per la conservazione delle infrastrutture stradali ed è responsabile della gestione della rete nazionale. Le amministrazioni locali sono responsabili dell'esecuzione delle strategie programmate della NZTA e della raccolta dei dati. La NZTA agisce in consultazione con tutte le autorità locali territoriali.

La NZTA ha emesso la "New Zealand Transport Agency Maintenance guidelines for local roads (2012)". Per l'ottimizzazione della manutenzione stradale la NZTA prende in considerazione i costi degli utenti della strada e i "life-cycle costs" (LCC). In questo documento la NZTA riporta una classificazione delle strade per la manutenzione, come è stato descritto prima: 12 gruppi di strade (A, B, C, D, E, F, G, H suddivise in urbane e rurali). Il documento citato riporta delle tabelle in cui sulla base del gruppo a cui appartiene la strada vengono fornite le linee guida per la manutenzione. Le diverse tabelle sono strutturate sulla base di:

- *Road user satisfaction measures.*
- *Safety measures.*
- *Asset preservation measures.*

Il formato delle tabelle è il seguente:

COSA SI MISURA	SPIEGAZIONE DELLA MISURA	METODO DI MISURA	VALORE AMMESSO	INTERVENTI DA ESEGUIRE PER LA MANUTENZIONE
----------------	--------------------------	------------------	----------------	--

Le amministrazioni locali sono le *Territorial Local Authorities (TLAs)* o le *Regional Transport Committees (RTC)*.

Come tutte le linee guida della NZTA, i valori obiettivo (*Target values by road group*) specificati sono quelli considerati accettabili dall’NZTA. Le *Territorial Local Authorities (TLAs)* possono adottare valori diversi per ottimizzare gli impatti ambientali, economici o di utilizzo delle risorse, ma come richiesto dal *"Register Process Manual"* dell’NZTA, è necessaria una giustificazione della decisione presa. Se le TLAs adottano valori che determinano più costi, la NZTA può limitare l’assistenza finanziaria ai costi di manutenzione della rete stradale corrispondenti ai valori riportati nelle *"Maintenance guidelines for local roads (2012)"*.

Funzionamento amministrativo:

Il seguente schema mostra come funziona la gestione delle strade della Nuova Zelanda:

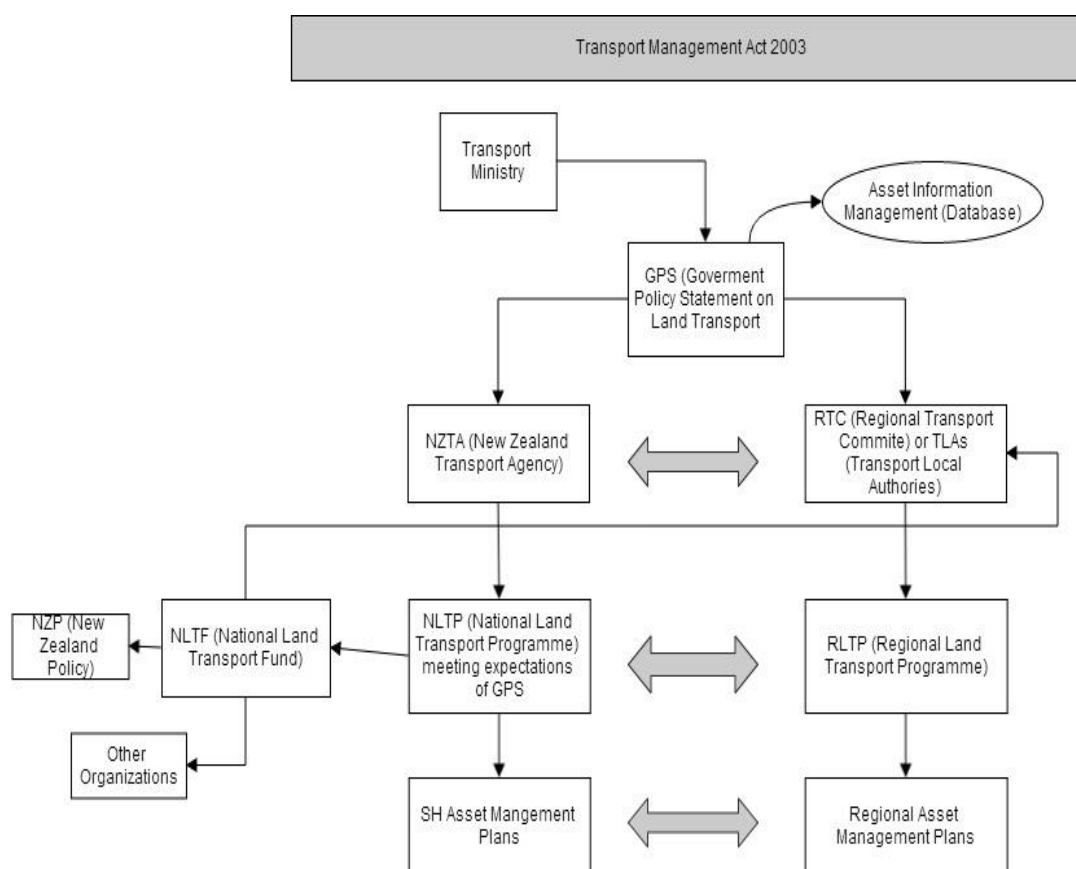


Figura 41: Legge e documenti di riferimento della Nuova Zelanda

**GPS (Government Policy Statement on Land Transport Funding)** è fatto dal Ministro dei Trasporti e descrive cosa il governo si aspetta che sia ottenuto dai suoi investimenti nel campo dei trasporti attraverso il NLTF (*National Land Transport Fund*). Questo documento copre il periodo finanziario 2012/13-2017/18 e fornisce indicazioni per il 2018/19-2021/22.

Il GPS fornisce delle direttive ai governi locali e alla NZTA sul tipo di attività che dovrebbero essere incluse nei programmi regionali dei trasporti e nei programmi nazionali dei trasporti.

In questo documento viene indicato:

**Come** raggiungere questi obiettivi attraverso investimenti in diversi tipi di attività chiamate "classi di attività" (ad esempio la manutenzione delle strade, la costruzione di nuove strade...).

**Quanti soldi** saranno necessari per ottenere gli obiettivi.

**Come** i fondi saranno raccolti.

Il GPS determina il budget per i vari anni e ripartisce i budget a seconda dell'attività. I budget per l'anno 2011/12 sono stati così stabiliti:

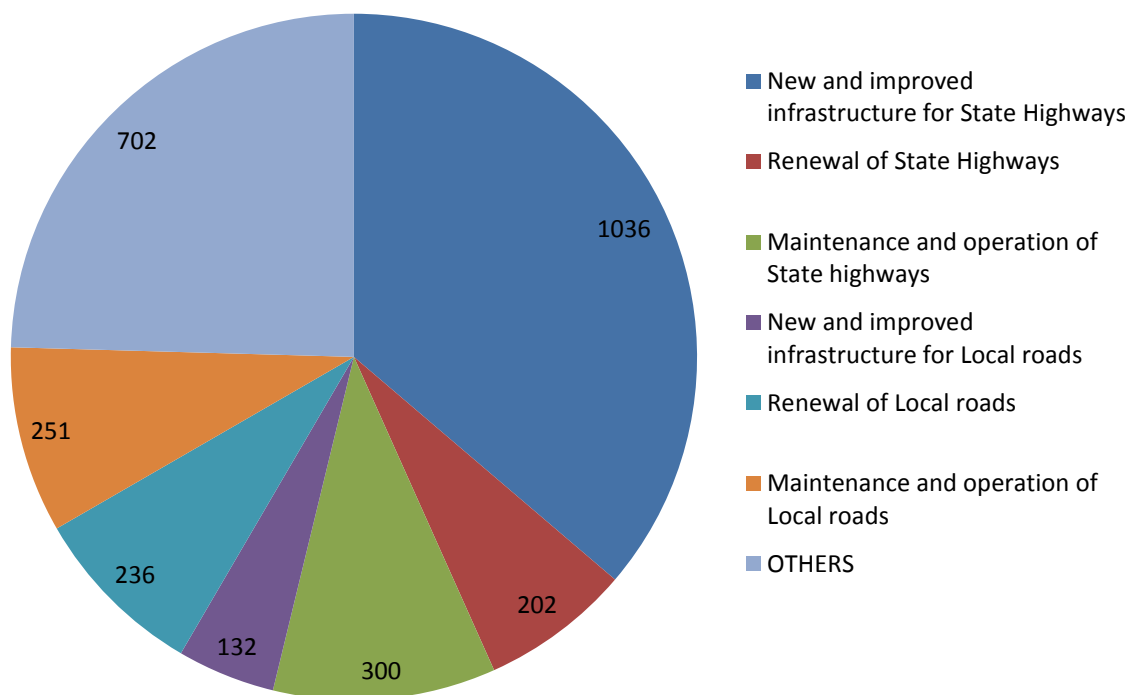


Grafico 1: GPS budget in milioni di dollari per attività

La NZTA redige un documento con il programma e la strategia di investimento, il "National Land Transport Programme (NLTP)". Questo documento deve soddisfare gli obiettivi stabiliti dal GPS e dal "Land Transport Management Act 2003" (che è la legge vigente per la gestione del trasporto terrestre in Nuova Zelanda ed è emanato dal governo centrale). Il "National Land Transport Programme (NLTP)" considera l'influenza della manutenzione nell'ambito delle considerazioni del GPS. La NZTA redige un

documento ogni 3 anni chiamato *State Highway Plan*, dove sono definiti i budget per le varie attività e sviluppa il NLTP precedentemente definito. È la stessa NZTA che dopo la pianificazione, subappalta la manutenzione a un ente privato o a un'agenzia. In questi contratti vengono definite le attività, gli standard e il livello di intervento che è stato pianificato prima nel piano di intervento.

Ciascuna autorità locale redige il proprio programma di gestione chiamato "*Regional Land Transport Programme (RLTP)*" che deve soddisfare sempre gli obiettivi stabiliti dal GPS e dal *Land Transport Management Act 2003*. La NZTA controlla se i RLTP delle autorità regionali sono coerenti con il GPS e a sua volta regola il proprio programma nazionale sulla base dei programmi regionali. Anche le autorità locali sviluppano il loro "*Regional Asset Management Plan*" per ogni anno, sulla base dei RLTPs.

Un ruolo importante della NZTA è quello di monitorare e registrare come il settore dei trasporti sta funzionando. Il governo pretende che la NZTA raccolga e fornisca informazioni che consentano una valutazione di quanto efficacemente gli investimenti del National Land Transport Fund (NLTF) abbiano contribuito agli obiettivi del governo. È un processo iterativo in cui vengono utilizzati i valori desunti da monitoraggi delle prestazioni della pavimentazione per migliorare in un tempo successivo la strategia e il piano degli investimenti.

È per questo motivo che da tempo la Nuova Zelanda sta realizzando un database delle sue strade e dello stato di queste. Questo database si chiama "*Roading Assessment and Maintenance Management (RAMM)*" ed è disponibile; con il database si possono anche trovare i costi di manutenzione sostenuti per ciascun ramo della rete stradale. Il tipo di dati che si possono trovare sono:

- Condizione delle pavimentazioni stradali: macrotessitura, skid resistance, portanza, difetti della pavimentazione quali fessurazioni e ormaimento.
- Un registro del patrimonio stradale comprendente la struttura stradale (strati della pavimentazione stradali), segnaletica, barriere di sicurezza, muri di sostegno e opere idrauliche.
- RegISTRAZIONI delle attività di manutenzione ordinaria.
- Un piano di lavoro per la futura manutenzione delle strade.

Tutta la raccolta dei dati è standardizzata da una serie di norme emanate dalla NZTA. La NZTA lavora con i suoi consulenti e collaboratori, usando le informazioni della RAMM per identificare le sezioni della rete in cui saranno necessari lavori di riabilitazione e ricostruzione.

Nel caso in cui costasse meno ricostruire completamente la pavimentazione è preferibile eseguire questa ricostruzione che un intervento di manutenzione ordinaria. Anche le autorità locali utilizzano la RAMM per gestire l'aggiornamento dei dati e la manutenzione delle loro reti stradali. In questo modo si ha la possibilità di avere un confronto nazionale dei degradi e una raccolta completa di tutti i dati della rete stradale.



### 2.3.1.3.3. Finanziamento

Parte del *National Land Transport Fund (NLTF)* viene destinato alla Rete Statale, mentre la restante parte è destinata alle diverse regioni per la gestione della rete regionale. Ciascuna regione riceverà un importo proporzionale al numero dei suoi abitanti e attualmente il 5% delle tasse sui carburanti viene utilizzato per finanziare le strade regionali. Il GPS determina come deve essere la distribuzione del *National Land Transport Fund (NLTF)* attraverso il *National Land Transport Programme (NLTP)* (sempre in coerenza con il *Land Transport Management Act 2003*).

Gli utenti della strada della Nuova Zelanda finanziano principalmente il sistema dei trasporti terrestri del paese attraverso la tassa sul carburante, diritti di utenza stradale e la registrazione del veicolo e costi di licenza. Questi fondi sono versati nel (NLTF) per gli investimenti in campo di manutenzione e miglioramento delle reti di trasporto terrestre e dei servizi.

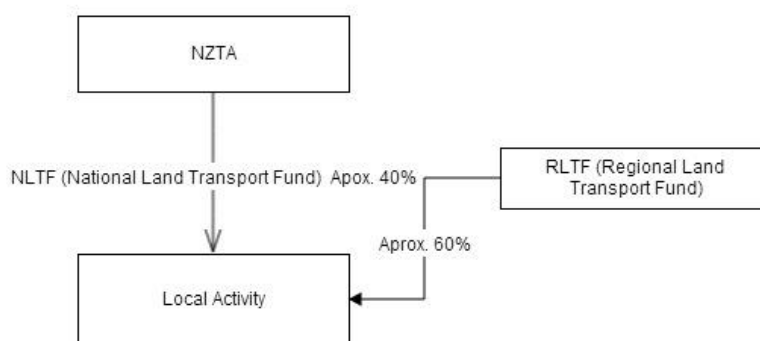


Figura 42: Schema finanziamento della Nuova Zelanda

Di solito il 40 % dei finanziamenti alle autorità locali per la rete stradale provengono dal NLTF. Il restante 60 % deriva da fondi a disposizione delle stesse regioni.

### 2.3.1.3.4. Linee guida e Documenti della Nuova Zelanda

#### Government Policy Statement (GPS):

Documento emesso dal Ministero dei Trasporti per il periodo 2012/13-2021/22. Questo documento stabilisce quali sono le priorità nel settore dei trasporti, considerando tre aree di priorità: disponibilità economica e produttività, valore economico e sicurezza stradale.

Influenza le decisioni riguardanti gli investimenti del NLTF (National Land Transport Fund) e definisce in quali attività la NZTA dovrà investire.

Definisce la direzione della strategia da seguire e gli obiettivi per quanto riguarda il trasporto terrestre. Inoltre stabilisce quali sono le priorità per le "Road of National significance" (RoNS) che sono le strade più importanti della Nuova Zelanda.

Viene stabilito un budget totale per gli anni a cui è riferito il GPS. È stabilito anche un valore massimo e uno minimo fino all'anno 2014/15. realizza una suddivisione fra tutte le attività considerate nel piano del GPS e definisce quale sia il budget previsto per ogni

anno e per ogni attività. Sono anche descritte le fonti di finanziamento per i trasporti, sia del governo centrale sia dei governi locali.

In una parte del documento vengono definiti gli obblighi che hanno la NZTA e anche le autorità locali. In questa parte viene stabilito che il database deve essere aggiornato ogni anno e devono essere introdotte in esso tutte le modifiche della rete stradale.

#### Land Transport Management Act 2003:

È un documento che riguarda tutti i trasporti terrestri della Nuova Zelanda. Definisce i differenti enti che sono coinvolti nella gestione delle strade e nel trasporto terrestre.

Viene indicato come si fa il finanziamento delle diverse attività, ma non in dettaglio. È un regolamento per la creazione di piani, ma senza entrare nei dettagli.

#### New Zealand Transport Agency Maintenance Guidelines for Local Roads:

La New Zealand Transport Agency Maintenance crea questa linea guida per definire una base per la manutenzione stradale. Indica una serie di indici che misurano lo stato delle strade e si raccomanda un valore minimo di questi indici. Le linee guida sono raggruppate in tre aree, al fine di identificare chiaramente l'obiettivo delle misure: soddisfazione degli utenti; sicurezza, misure di conservazione dell'assetto stradale.

Vengono definiti anche i metodi di misura e di raccolta dei dati: RAMM o dTIMS (report standard generati da una TLA per i propri scopi di gestione delle risorse); ispezione visiva (in cui si registrano le anomalie nel corso di un controllo periodico da parte delle TLA o del personale della NZTA); ispezioni sulla sicurezza (ispezioni periodiche, che dovrebbero far parte di un sistema di gestione della sicurezza delle TLAs); programma di ispezione (ispezioni periodiche programmate da una TLA sulle strutture portanti e di drenaggio).

La NZTA suddivide le strade in 12 gruppi che dipendono dal numero di veicoli: le strade vengono divise in urbane (gruppi: A, B, C, D ed E) o rurali (gruppi: B, C, D, E, F). Ci sono anche due gruppi per gli itinerari (G e H). In base a questi gruppi la NZTA considera valori minimi delle prestazioni stradali ai fini della manutenzione stradale.

Gli enti locali territoriali devono fornire livelli di servizio e utilizzare pratiche di manutenzione tali da soddisfare gli obiettivi individuati nel GPS e gli obiettivi del Land Transport Act 2003.

#### State Highway Asset Management Plan 2012-2015:

Questo documento è diviso in 17 parti (la prima è un'introduzione al documento). Ciascuna delle parti in cui il documento è suddiviso mostra uno step della gestione delle strade statali in Nuova Zelanda. Lo schema è il seguente:

Nel capitolo 2 vengono trattati i servizi che la NZTA offre agli utenti. C'è una direzione per la creazione della strategia da seguire. Si fa riferimento alla politica che il governo e la NZTA devono seguire. Le strade statali sono classificate a seconda che siano strade strategiche per lo Stato o solo sono connettori (esistono due mappe). Si classificano tutte le strategie per il governo e la NZTA.

Nel capitolo 3 si fa riferimento alla necessità di proporre un programma di mantenimento e di ripristino delle strade per i prossimi 3 anni. Questo programma avrà

lo scopo di mantenere i livelli di servizio attuali e aumentare il numero di riparazioni, soprattutto su strade di minore classificazione all'interno della rete nazionale.

Vi una classificazione che dipende dal tipo di progetto e in base ad essa vengono indicati i costi programmati per i prossimi 3 anni o 10 anni. La tabella è la seguente:

Tabella 5: Budget definiti nel dState per i prossimi 10 anni.

Tipo di programma	2003-12 (\$ milioni)	2012/13 (\$ milioni)	2013/14 (\$ milioni)	2014/15 (\$ milioni)	2012/15 (\$ milioni)
Manutenzione	710	242	246	252	739
Rinnovo	600	185	186	190	561
Operazione rete	82	28	29	29	86
Miglioramenti		900	1100	1300	3300
Totale		1355	1561	1771	4686

Nel capitolo 4 viene discussa la necessità di effettuare un inventario della rete stradale statale (elementi di riorganizzazione del traffico, elementi di protezione in caso di incidenti...). Viene qui discussa anche la collaborazione della NZTA con altri enti come l' Auckland Transport, per la gestione del traffico (in modo che la gestione sia intesa come una gestione totale dell'intera rete stradale).

Nel capitolo 5 viene fatta una previsione della domanda di trasporto.

Il 6 capitolo tratta delle previsioni dei costi e di quanto costerà al km all'anno ogni strada , in modo dipendente dal tipo di strada (se è locale o statale). Il capitolo 7 riguarda la gestione dei rischi sia naturali che dovuti all'uomo ed è riportato come fare il monitoraggio dei diversi rischi che possono interessare la strada.

La determinazione del tipo di responsabilità e la prioritizzazione degli interventi viene fatta nel capitolo 8. Vengono stabilite le priorità delle diverse attività di manutenzione e rinnovamento in base alla sicurezza della rete, alla sicurezza stradale e al comfort di marcia e anche sulla base dell'importanza delle diverse strade.

La definizione e la previsione dell'evoluzione di differenti indici di stato della pavimentazione e dell'infrastruttura viaria vengono trattate nella parte 9 del documento. Viene anche proposto un programma per le diverse attività di manutenzione della pavimentazione in base al numero di km su cui intervenire:

Tabella 6: Budget per i prossimo 10 anni [8].

Tipo di intervento	2009-12 (km)	2012/13 (km)	2013/14 (km)	2014/15 (km)	2012-15 (km)
Rifacimento dello strato di usura	3866	1231	1182	1204	3617
Riabilitazione della pavimentazione	565	154	168	182	504

Il capitolo 10 tratta di un sistema di gestione del traffico stradale. Nel capitolo 11 vengono riportati tutti i miglioramenti che si possono fare nella rete e vengono anche stimati i budget che si devono investire in ogni tipo di progetto. Viene riportata una lista con tutti i progetti per il miglioramento di tutta la rete.

Nel seguente capitolo (12) si ragiona sulla necessità di conservare quelle infrastrutture che non garantiscono più il loro utilizzo in sicurezza e se sia più economico mantenerle piuttosto che rimuoverle.

Nel capitolo 13 viene discusso il processo di definizione del piano.

Il capitolo 14 definisce la relazione tra lo *State Highway Plan* e gli altri piani regionali e statali. E anche le relazioni tra i vari piani.

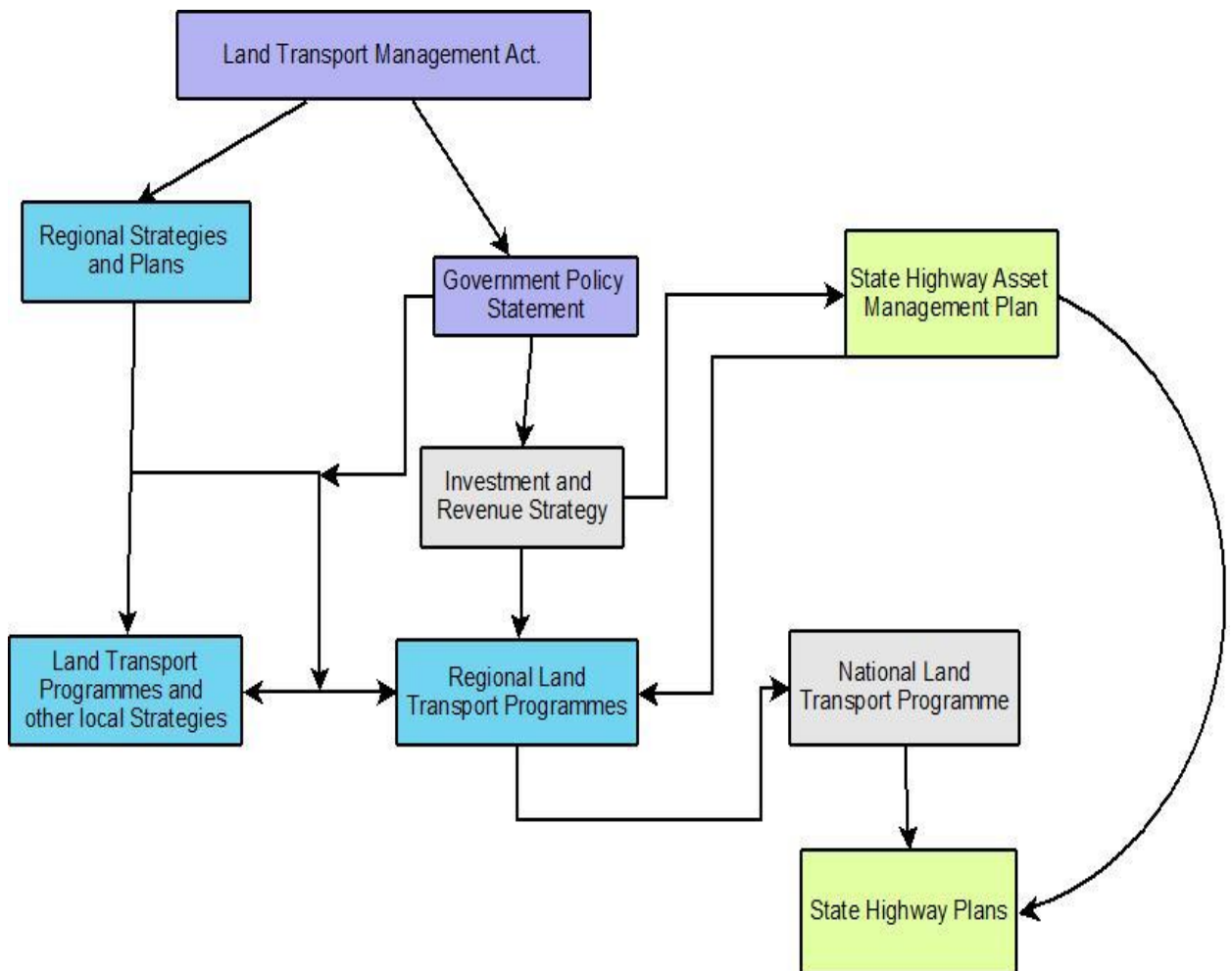


Figura 43: Schema delle relazioni tra i piani

Il capitolo 15 spiega come si devono fare controlli da parte degli enti esterni e di come introdurre miglioramenti. Si segue un processo di analisi del piano e di elaborazione critica dei risultati che derivano dal proprio piano di gestione.

Il capitolo che tratta del monitoraggio è il 16, che si occupa dei diversi sistemi per ottenere i dati riguardanti lo stato delle infrastrutture viarie. Gli inventari della rete stradale sono supportati da una serie di sistemi che consentono di visualizzare i dati e al gestore consentono di monitorare specifici aspetti della gestione della rete. Questi sistemi includono:

- *EXOR Location referencing system.*
- *NZTA GIS viewer.*
- *Network video viewer.*
- Vari fogli di calcolo e tabelle per specifici requisiti.
- DTMS (programma che monitora la condizione della pavimentazione ed esegue una previsione del degrado).

Il dati richiesti del patrimonio della NZTA sono descritti nel manuale delle operazioni delle strade nazionale (SM050) e manuale di ponti. La NZTA hanno diversi software per memorizzare le informazioni:

- ***RAMM:***  
memorizza dati della pavimentazione, della superficie e dei diversi elementi stradale.
- ***Bridge Data System***  
software della NZTA che contiene un inventario e dati strutturali di ponti.
- ***Kete Document Management System.***
- ***NZTA's Traffic Monitoring System.***

La NZTA definisce in ogni momento la qualità dei dati che possiede e stabilisce il grado di qualità dell'informazione.

#### 2.3.1.4. Stati Uniti

La rete stradale americana ha una lunghezza superiore alle 4.083.768 miglia (6.572.187,6km) e nel 2010, a tutti i livelli amministrativi gli Stati Uniti hanno speso un totale di \$205,3 miliardi.

Nella definizione del sistema di gestione della manutenzione stradale e in generale di tutto il sistema stradale si deve tenere sempre conto del titolo 23 del United States Code che è il titolo relativo alle strade e a tutto ciò che è associato.

Di questo codice, si deve evidenziare in primo luogo la definizione della parola highway perché può portare a confusione con il significato tradizionale di highway come autostrada spesso a pedaggio. Pertanto si fa ricorso al punto 11 della lettera A della sezione 101 del codice, cioè:

*“(11) Highway. - The term "highway" includes –*

*(A) a road, street, and parkway;*

*(B) a right-of-way, bridge, railroad-highway crossing, tunnel, drainage structure including public roads on dams, sign, guardrail, and protective structure, in connection with a highway; and*

*(C) a portion of any interstate or international bridge or tunnel and the approaches thereto, the cost of which is assumed by a State transportation department, including such facilities as may be required by the United States Customs and Immigration Services in connection with the operation of an international bridge or tunnel.”*

Le principali agenzie incaricate della manutenzione stradale sono la Highway Agency (HA) incaricata delle strade a livello federale, i diversi Department of Transport (DOT) incaricati della gestione e manutenzione stradale all'interno di ciascun stato e le agenzie locali responsabili della rete statale e locale.

La funzione della HA è quella di fornire ai diversi DOT le linee guida per la creazione dei loro PMS e anche l'elaborazione di un sistema di PMS proprio per la gestione della rete propria.

In molti Stati come per esempio il di North Carolina, Nebraska, Texas tra molti altri e in diverse agenzie di trasporto locale sono già operativi o si stanno sviluppando diversi sistemi di PMS per gestire la programmazione degli interventi, ridurre i costi per tutto il ciclo di vita e selezionare le strategie di miglioramento delle pavimentazioni più efficaci. Per garantire certa omogeneità e coerenza nei dati impiegati nello sviluppo dei diversi sistemi di PMS ma permettendo anche una certa libertà e possibilità di adattarsi alle circostanze particolare di ogni caso, nella definizione dei dati da impiegare nei diversi sistemi di PMS. I dati raccolti da altri (città, province, metropolitan planning organization MPO, ecc) devono essere sottoposti alle stesse linee guida di garanzia della qualità AASHTO prima dell'incorporazione all'interno del HPMS.

Per controllare la qualità di questi dati esiste la Practical Guide for Quality Management of Pavement Data Collection.

### 2.3.1.4.1. Classificazione della rete stradale.

La classificazione della rete stradale degli Stati Uniti non viene effettuata su un singolo parametro. Infatti viene eseguita su tre parametri diversi tra di loro in modo di coprire tutte le necessità che derivano dalla normativa e dai requisiti di finanziamento.

#### Sulla base della proprietà

A seconda del livello di governo a cui appartengono si può classificare la rete stradale in:

- Federal
- State
- Local

Nella seguente tabella si può osservare la distribuzione della rete tra i diversi livelli della amministrazione americana.

Tabella 7: Distribuzione della rete tra le diverse amministrazioni di Stati Uniti [9]

	2010	
	Total Highway Miles	Percentage of Total Highway Miles
Federal	136,773	3,4%
State*	779,489	19,1%
Local	3,159,107	77,5%
Total	4,075,370	100,0%

*\*Amounts shown include mileage owned by State highway agencies only; mileage owned by other State entities is combined with local mileage.*

Basandosi sulla sezione 116 del titolo 23 dello United States Code, le amministrazioni locali sono pertanto le incaricate della costruzione e manutenzione della maggior parte della rete stradale.

Questi lavori possono avvenire con mezzi delle amministrazioni locali o con l'intervento delle amministrazioni di ordine gerarchico superiore.

#### Sulla base della funzione che svolge

Questa classificazione è chiamata anche classificazione funzionale e nasce dal fabbisogno di classificare le diverse tipologie di strade che ciascuna amministrazione ha.

A seconda di questa classificazione le strade si classificano nei seguenti gruppi:

Il primo gruppo è quello chiamato **gruppo Arterial** e viene diviso in due sottogruppi: Il sottogruppo Principal Arterial, che comprende le strade di livello più elevato, con le velocità più elevate, permettendo viaggi su lunghe distanze, unendo generalmente la maggioranza dei centri metropolitani;

Il sottogruppo Minor Arterial, invece, fornisce sempre un buon livello di mobilità, ma solo per medie distanze e velocità minori.

L'altro gran gruppo in cui vengono classificate le strade è il **gruppo Collectors** che è progettato per viaggi su brevi distanze e a basse velocità, fornendo un livello di mobilità minore ma una accessibilità territoriale più ampia. Anche come prima, questo gruppo è anche suddiviso in due sottogruppi a seconda del traffico e delle connessioni con il resto della rete.

I due sottogruppi sono il major collector e il minor collector.

Infine c'è il **gruppo di strade locali** che sono tutte quelle strade che non si possono classificare nei gruppi precedenti.

Questo gruppo è quello che fornisce la massima mobilità territoriale e per questo ha la prestazione più base, nonostante ciò, è il gruppo che rappresenta la maggior parte della lunghezza della rete.

Si deve tener in conto che queste classificazioni sono indipendenti e il fatto che una strada sia classificata come locale non significa che sia di proprietà delle autorità locali.

#### Sulla base della normativa

Questa classificazione è molto importante per la definizione e il reperimento dei fondi. Questo è dovuto al fatto che all'appartenenza o meno a una categoria determina il finanziamento da parte del governo federale e di altri enti pubblici.

Le principali classi sono:

#### **Federal-Aid Highway**

Troviamo la sua definizione nella sezione 101 parte A, punto 6 e nella sezione 103 parte A dello United States Code titolo 23: Highways:

*"The term "Federal-aid highway" means a public highway eligible for assistance under this chapter other than a highway functionally classified as a local road or rural minor collector"*

#### **Interstate System**

La definizione viene raccolta nella sezione 101 parte A, punto 12 e sezione 103 parte C dello United States Code titolo 23: Highways

*"The term "Interstate System" means the Dwight D. Eisenhower National System of Interstate and Defense Highways described in section 103(c)."*

*"(A) In general. - The Dwight D. Eisenhower National System of Interstate and Defense Highways within the United States (including the District of Columbia and Puerto Rico) consists of highways designed, located, and selected in accordance with this paragraph."*



### **National Highway System (NHS)**

Troviamo la definizione nella sezione 101 parte A(15) e sezione 103 (b) dello United States Code titolo 23: Highways:

*"The term "National Highway System" means the Federal-aid highway system described in section 103(b)."*

*"The National Highway System consists of the highway routes and connections to transportation facilities that shall:*

- serve major population centers, international border crossings, ports, airports, public transportation facilities, and other intermodal transportation facilities and other major travel destinations;*
- meet national defense requirements; and*
- serve interstate and interregional travel and commerce"*

#### **2.3.1.4.2. Gestione della rete stradale**

Come si accennava nella introduzione, ogni stato ha il proprio Pavement Management System (PMS) attraverso il quale determina come vanno misurate le condizioni della pavimentazione, come si determinano gli interventi migliorativi per la pavimentazione e la loro priorità e come vengono ripartite i fondi all'interno del proprio stato.

D'altra parte, le strade che fanno parte della Federal-Aid Highway, come appartengono alla rete stradale di livello federale devono rispettare anche una metodologia a livello nazionale definita per la FHWA (Federal Highway Administration). Si deve tener conto che questa metodologia è solo una linea guida da adottare e che non costituisce norma di legge.

Con lo scopo di fornire un approccio obiettivo delle condizioni fisiche della pavimentazione, performance operative e strumenti per il finanziamento dell'insieme stradale basati non solo sulle condizioni attuali ma anche sulla previsione del degrado futuro delle caratteristiche della pavimentazione e di tutto l'insieme stradale sotto diversi scenari di finanziamento è stato creato dal U.S Department of Transportation (U.S DOT) il **2013 Status of the Nation's Highways, Bridges, and Transit: Conditions and Performance report to Congress (C&P report)**.

Questo C&P report raccoglie tutte le informazioni relative alle condizioni della rete stradale, ai possibili interventi da effettuare e a tutto ciò che è relativo al finanziamento a tutti i livelli amministrativi, per creare un quadro generale a livello nazionale.

Tutte le informazioni relative alle condizioni e alle performance sulla rete stradale che si devono raccogliere per il C&P report vengono definite in un altro documento, il **Highway Performance Monitoring System (HMPS)**.

Questo documento permette di avere una banca di dati consistente, uniforme e omogenea grazie alla standardizzazione dei dati da rilevare, delle codifiche impiegate e delle istruzioni da adottare, permettendo il loro uso da parte di tutte le amministrazioni.

Il HPMS è pertanto la fonte ufficiale d'informazione relativa alle condizioni della rete stradale per il governo federale.

Con questo documento si ricavano i dati riferiti all'estensione, alla condizione, alle prestazioni, all'uso e alle caratteristiche funzionali della rete stradale nazionale.

Si deve evidenziare che i dati relativi a lunghezza, lunghezza di corsie (lane-miles) e viaggiatori sono necessari per tutte le strade che ricevono finanziamenti dai fondi stradali federali, dato che sono i parametri a cui si fa riferimento per la determinazione del budget.

Tutto l'insieme di dati viene utilizzato per la valutazione e la gestione dell'informazione delle prestazioni del sistema stradale durante il processo di pianificazione strategica da parte della FHWA.

Uno degli scopi del HPMS è quello di evitare la duplicazione degli sforzi nella raccolta dei dati, pertanto la sua attività deve essere coordinata con tutti gli altri livelli di attività di raccolta di informazione, come lo Strategic Highway Research Program (SHRP), il Long Term Pavement Performance (LTPP) e lo State Pavement Management Systems (PMS).

La raccolta dei dati necessari per il HPMS è uno sforzo cooperativo tra le diverse State Highway Agencies (SHAs) e i governi locali e le organizzazioni per la pianificazione metropolitana (MPOs).

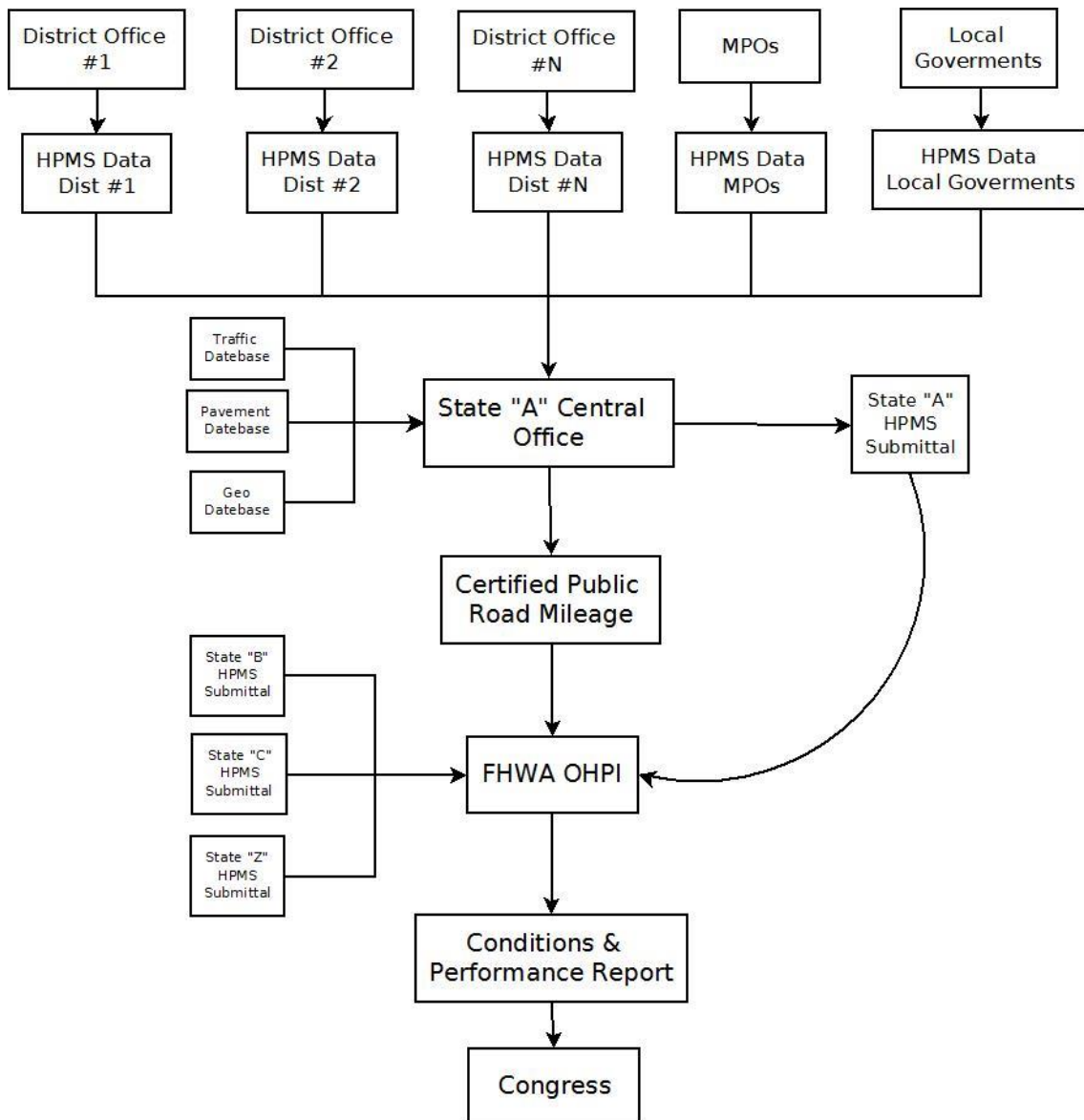


Figura 44: Schema della gestione per la manutenzione stradale nei Stati Uniti

Come si può vedere dalla figura precedente, all'interno di ciascuna SHA i responsabili della raccolta dei dati sono l'ufficio centrale e altri uffici di quartiere.

L'ufficio centrale è spesso il responsabile della preparazione, analisi e invio dei dati alle autorità statali mentre l'ufficio del quartiere è il responsabile di tutti i lavori sul territorio per la loro raccolta. Questo lavoro di insieme viene spesso organizzato e controllato sotto la direzione di un HPMS manager o coordinator.

Dopo di che l'invio delle informazioni che ciascuno stato ha effettuato, è responsabilità della FHWA Office of Highway Policy Information (OHPI) per l'implementazione di queste informazioni sulla base nazionale del HPMS.

Questa banca di dati poi diventerà la fonte d'informazione del Conditions and Performance (C&P) Report al Congresso.

Di seguito evidenziamo i dati minimi che devono essere introdotti dalle diverse amministrazioni, a seconda del tipo di zona in cui si trova la strada.

**Table 1.1 Minimum Data Reporting for Selected HPMS Products**

<b>RURAL</b>						
HPMS Product	Federal-Aid				Non-Federal-Aid	
	National Highway System (NHS)	Non-National Highway System (non-NHS)				
	Interstate & Non-Interstate	Other Freeways & Expressways and Other Principal Arterials	Minor Arterial	Major Collector	Minor Collector	Local
Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary	Summary
Lane-Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 1/	Summary 1/
Total VMT	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 2/	Summary 2/
Truck VMT	Full Extent	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Summary	Summary
International Roughness Index (IRI)	Full Extent	Full Extent	Sample Panel	Optional		
Total Public Road Miles	Certified Mileage -----					
<b>URBAN</b>						
HPMS Product	Federal-Aid					Non-Federal- Aid
	National Highway System (NHS)	Non-National Highway System (non-NHS)				
	Interstate Non-Interstate	Other Freeways & Expressways and Other Principal Arterials	Minor Arterial	Major Collector	Minor Collector	Local
Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary
Lane-Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 1/
Total VMT	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 2/
Truck VMT	Full Extent	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Summary
International Roughness Index (IRI)	Full Extent	Full Extent	Optional	Optional	Optional	
Total Public Road Miles	Certified Mileage -----					

1/ Data for Lane-Miles on Rural Minor Collector, and Local roads are calculated using Summary miles times 2. Since the States are not required to report the number of through lanes on these systems, except for NHS sections, FHWA uses a multiplier of 2 for the number of lanes, to be consistent across all States.

2/ Data reported for Total VMT on Rural Minor Collector and Local roads are provided at a summary level of detail. States are not required to report section level AADT on these systems, except for NHS sections.

Full Extent: Data reported for the full extent of the system (even if the data are sampled annually).

Sample Panel: Data reported for at least the HPMS sample panel sections.

Summary: Data reported in aggregate form.

**Figura 45: Tabella con minimi dei dati prodotti selezionati per la HPMS**

Per la definizione del HPMS c'è tutta una serie di dati che devono essere ricavati. Nella seguente tabella vengono riportati i dati relativi alla pavimentazione che devono essere ricavati indicando anche il metodo di calcolo e l'estensione sulla quale devono essere calcolati.

Per tutti i dati che vengono indicati nella tabella, nel documento HPMS viene fatta una breve descrizione di ciascuno, indicando anche lo scopo per cui sono necessari, l'estensione della campionatura e una guida pratica per operare in modo corretto.

Tabella 8: Dati che vengono descritti nel documento della HPMS

Data Item Type	Item Number	Data Item Name	Extent	Calculation Method
Pavement	47	IRI	FE SP	Weighted Averaging
	48	PSR	SP	Weighted Averaging
	49	Surface Type	SP	Predominance
	50	Rutting	SP	Weighted Averaging
	51	Faulting	SP	Weighted Averaging
	52	Cracking Percent	SP	Weighted Averaging
	53	Cracking Length	SP	Weighted Averaging
	54	Year of Last Improvement	SP	Predominance
	55	Year of Last Construction	SP	Predominance
	56	Last Overlay Thickness	SP	Weighted Averaging
	57	Thickness Rigid	SP	Weighted Averaging
	58	Thickness Flexible	SP	Weighted Averaging
	59	Base Type	SP	Predominance
	60	Vase Thickness	SP	Weighted Averaging
	61	Climate Zone	SP	Predominance
62	Soil Type		Predominance	

Di tutti questi parametri che si devono misurare per ottenere un approccio integrato alle condizioni in cui si trova la pavimentazione stradale. Spesso per analisi rapide delle condizioni e per fornirsi di una idea di come si trova la situazione vengono utilizzati il IRI e il PSR.

- IRI ( International Roughness Index)  
Misura in maniera oggettiva la variazione cumulativa del profilo stradale dalla superficie liscia (indice espresso in pollici per miglia).
- PSR (Present Serviceability Rating)  
Sistema di misura soggettivo basato su una scala che va da 0 (strada in pessime condizioni) fino a 5 (strada nuova o in buone condizioni).

Questi due parametri, nonostante misurino parametri e caratteristiche diverse, permettono di avere lo stesso risultato, permettono la classificazione delle strade secondo i termini di "good ride quality" e "acceptable ride quality".

All Functional Classifications		
Ride Quality Terms*	IRI Rating	PSR Rating
Good	< 95	≥ 3.5
Acceptable	≤ 170	≥ 2.5

\* The rating thresholds for good and acceptable ride quality used in this report were initially determined for use in assessing pavements on the NHS. Some transportation agencies may use less stringent standards for lower functional classification roadways.

Figura 46: Criteri della HPMS per classificare lo stato della pavimentazione

Il HPMS (Highway Performance Monitoring System) raccomanda la raccolta dei dati IRI per ogni tipo di rete stradale e permette agli Stati di fornire il PSR solo per strade di tipo rural major collectors, urban minor arterials o urban collectors, cioè per quelle strade di categoria inferiore.

È importante evidenziare che il valore dell' IRI associato al *good ride quality* e *acceptable ride quality* è adottato dalla FHWA come indicatore dello stato della pavimentazione per il NHS.

Per le strade di tipo rural minor collectors, rural local, and urban local, cioè quelle che non fanno parte del NHS, non si misura la condizione mediante il procedimento descritto sopra.

Nonostante, queste tre categorie di strade rappresentino circa i 3/4 della rete stradale totale, trasportano un numero di veicoli pari a meno di 1/6 del traffico totale, quindi non sono considerate all'interno del NHS perché il loro carico da sopportare è esiguo.

Questo metodo ha lo svantaggio di fornire un indice di qualità per la pavimentazione basandosi su un unico parametro, ma per capire adeguatamente lo stato della pavimentazione si devono considerare più parametri per avere una visione complessiva della situazione attuale.

Per una gestione efficiente ed efficace della rete stradale, sia a livello federale che locale, in tutti i casi in cui si abbia un sistema di gestione della manutenzione stradale il primo passo per la loro implementazione è capire quale è lo stato in cui si trova la pavimentazione, pertanto si devono misurare le loro condizioni superficiali ma in un contesto più ampio.

Una volta definito lo stato in cui si trova la pavimentazione stradale si può cominciare a sviluppare il resto del sistema di PMS, cioè come vengono scelti gli interventi e come si finanzia tutto. Per raggiungere questi scopi si è ricorsi all'***Highway Economic Requeriments System (HERS)***. L'HERS è un software che permette la stima degli

investimenti che occorrono per raggiungere un determinato livello di performance e anche la stima dei risultati che si otterranno sulla rete stradale per un determinato livello di finanziamento.

Questo software lo ha sviluppato la FHWA e viene utilizzato per la stima degli investimenti futuri sulla rete stradale sotto differenti scenari. L'informazione che si ottiene da questa analisi viene raccolta nel C&P report.

L'HERS è anche un strumento di analisi ingegneristico/economico (*engineering/economic analysis EEA*) che consente l'identificazione delle carenze stradali attraverso l'analisi degli standard di progettazione e, mediante l'applicazione dei criteri economici, selezionare la combinazione più conveniente di interventi migliorativi, cioè quella che massimizza il rapporto costo/beneficio, per la loro implementazione.

L'HERS è stato progettato per valutare le implicazioni delle diverse alternative, programmi e politiche sulle condizioni, le prestazioni e i livelli di costo forniti dagli utenti del sistema stradale.

Questo viene determinato attraverso il calcolo del beneficio per le diverse parti interessate.

Il modello quantifica pertanto 3 tipi di beneficio per gli utenti e uno per l'ente gestore:

- Benefici per l'utente: Travel time; Operating Cost; Safety
- Benefici per l'ente gestore: Riduzione dei costi di manutenzione

La funzione principale del modello è quella di valutare le diverse potenziale alternative di miglioramento attraverso un'analisi di tipo Costi/Benefici (C/B).

Per eseguire queste analisi, il modello ha come input il catalogo di sezioni della rete autostradale.

Il modello analizza tutte le sezioni e decide per ognuna se è necessario un intervento migliorativo e, in caso affermativo, determina anche il tipo di intervento.

Le decisioni che si possono effettuare nel sistema sono influenzate dagli utilizzatori del sistema per adattarsi alle situazioni particolari di ogni utente e pertanto, come output, vengono presentati differenti scenari.

I diversi scenari dipendono o dai fondi disponibili o da un livello minimo delle condizioni della pavimentazione.

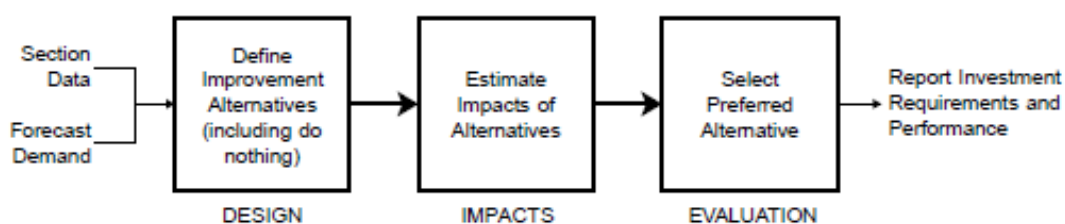


Figura 47: Modello della struttura dell'HERS

Come si può vedere nella figura precedente la struttura del modello è divisa in 3 parti:

- Design Alternatives.  
L'HERS cerca di differenziare e proporre interventi migliorativi per risolvere le carenze della rete stradale.
- Impacts.  
Il modello stima il valore delle condizioni della pavimentazione in seguito all'applicazione delle diverse alternative di intervento.
- Evaluation.  
Vengono calcolate le differenze di tempo di viaggio, incidenti, costi di manutenzione del veicolo e differenza di costo di manutenzione tra l'intervento migliorativo e l'alternativa di base, sempre comparandoli con il costo dell'intervento migliorativo.

L'HERS determina che una sezione ha bisogno di un intervento migliorativo mediante la comparazione delle sue caratteristiche con i "deficiency levels" stabiliti dall'utilizzatore.

Il sistema riconosce fino a 3 livelli di non accettabilità per le 8 caratteristiche che si misurano per ogni sezione.

I tre livelli di criticità sono identificati da tre livelli specifici definiti dall'utilizzatore:

- Deficiency Level (DL)  
Evidenzia quelle carenze che devono essere analizzate dall'HERS
- Serious Deficiency Levels (SDL)  
Questi livelli rappresentano i livelli minimi per il servizio e vengono utilizzati dall'HERS per limitare il numero di alternative da analizzare per ogni sezione.  
I SDL sono valori compresi tra i valori UL e i valori DL.
- Unacceptability Levels (UL)  
I valori UL sono valori un po' più bassi dei valori che determinano una ricostruzione e che rappresentano le condizioni peggiori rispetto alle "condizioni minime" tollerabili definite dall'HPMS.

Mentre le caratteristiche misurate in ciascuna sezione sono:

- Condizione della pavimentazione
- Tipo di superficie
- Rapporto Volume/Capacità (V/C)
- Larghezza delle corsie
- Larghezza della banchina



- Tipo di spalla
- Allineamento orizzontale
- Allineamento verticale

Gli interventi migliorativi considerati dall'HERS consistono nel rifacimento dello strato superficiale o ricostruzione della pavimentazione, eventualmente interventi combinati di ampliamento e/o allineamento.

Si può vedere in modo più chiaro i diversi interventi e la loro classificazione nella seguente figura:

Pavement	Widening	Alignment
0. Resurface	0. None	0. No change
1. Reconstruct	1. Improve shoulders	1. Improve curves
	2. Widen lanes	2. Improve grades
	3. Add lanes	3. Improve curves and grades

Figura 48: Opzioni di miglioramento fornite dal sistema

Dall'analisi della tabella si può notare che l'HERS ha per default un numero di 32 interventi migliorativi che sono ottenuti dalla combinazione tra gli interventi delle diverse categorie.

Tuttavia, così come l'HERS assieme alla ricostruzione della pavimentazione considera anche la correzione delle carenze presenti sulle banchine, il sistema non fa alcuna distinzione tra ricostruzione della pavimentazione con o senza miglioramenti sulle banchine. Pertanto il totale degli interventi è 28, invece che 32 (7 categorie di intervento).

Il procedimento per l'identificazione e la scelta del tipo di intervento migliorativo è costituita da due step:

- Identificazione di un intervento migliorativo di tipo aggressivo, "aggressive improvement type", che corregga tutte le carenze identificate nella sezione.
- Identificazione di un intervento migliorativo di tipo meno aggressivo, "less aggressive improvement type", che sia giustificato dall'analisi C/B.  
Queste alternative dovrebbero affrontare alcune, ma non tutte, le carenze della sezione.

Solo quando esiste una carenza che riguarda la capacità oppure le condizioni della pavimentazione per lo stesso periodo di finanziamento (Funding Period FP), il programma definisce almeno un tipo di intervento che possa riparare questa situazione.

Gli effetti determinati da ogni miglioramento fornito dall'HERS sono simulati modificando la descrizione delle caratteristiche della sezione stradale.

Quando si valutano i potenziali interventi migliorativi, l'HERS costruisce una descrizione temporanea della sezione per ciascuno degli interventi da adottare.

L'HERS analizza gli effetti come se fossero indeterminati istantaneamente a metà del periodo di finanziamento, invece che considerarli progressivamente nel FP.

Se l'HERS esegue l'intervento alla fine del FP corrente, la descrizione della condizione modificata viene salvata dal programma e viene usata nel FP successivo.

Pertanto con questo sistema, abbiamo un modello che permette la prioritizzazione dei diversi interventi

### 2.3.1.4.3. Finanziamento della rete stradale

In questa parte si concentrerà il discorso sulla provenienza dei fondi impiegati nella manutenzione stradale e in che modo vengono spesi gli stessi.

#### Fonti da cui reperire le risorse per investimenti nel settore stradale

Le risorse provenienti da tutti i livelli di amministrazione per le strade nel 2010 sono stati pari a \$221,0 miliardi.

Nella seguente tabella si può osservare qual è la distribuzione di queste risorse tra i diversi livelli di amministrazione specificando anche la loro provenienza.

Source	Highway Revenue, Billions of Dollars				Percent
	Federal	State	Local	Total	
<b>User Charges<sup>1</sup></b>					
Motor-Fuel Taxes	\$26.1	\$30.3	\$1.0	\$57.4	26.0%
Motor-Vehicle Taxes and Fees	\$2.6	\$22.8	\$1.5	\$26.9	12.2%
Tolls	\$0.0	\$7.9	\$1.7	\$9.6	4.3%
<b>Subtotal</b>	<b>\$28.7</b>	<b>\$61.0</b>	<b>\$4.1</b>	<b>\$93.8</b>	<b>42.5%</b>
<b>Other</b>					
Property Taxes and Assessments	\$0.0	\$0.0	\$9.4	\$9.4	4.3%
General Fund Appropriations <sup>2</sup>	\$29.6	\$7.2	\$21.8	\$58.6	26.5%
Other Taxes and Fees	\$0.6	\$6.6	\$4.9	\$12.2	5.5%
Investment Income and Other Receipts	\$0.0	\$8.2	\$5.6	\$13.9	6.3%
Bond Issue Proceeds	\$0.0	\$25.9	\$7.1	\$33.0	14.9%
<b>Subtotal</b>	<b>\$30.2</b>	<b>\$48.0</b>	<b>\$48.9</b>	<b>\$127.1</b>	<b>57.5%</b>
<b>Total Revenues</b>	<b>\$59.0</b>	<b>\$109.0</b>	<b>\$53.1</b>	<b>\$221.0</b>	<b>100.0%</b>
Funds Drawn From (or Placed in) Reserves <sup>3</sup>	(\$11.9)	(\$3.7)	(\$0.1)	(\$15.7)	-7.1%
<b>Total Expenditures Funded During 2010</b>	<b>\$47.1</b>	<b>\$105.3</b>	<b>\$52.9</b>	<b>\$205.3</b>	<b>92.9%</b>

<sup>1</sup> Amounts shown represent only the portion of user charges that are used to fund highway spending; a portion of the revenue generated by motor-fuel taxes, motor-vehicle taxes and fees, and tolls is used for mass transit and other nonhighway purposes. Gross receipts generated by user charges totaled \$120.4 billion in 2010.

<sup>2</sup> The \$29.6 billion shown for Federal reflects \$14.7 billion transferred from the General Fund to the Highway Trust Fund in 2010, as well as the expenditure in 2010 of \$11.9 billion of the funding authorized for use on highways by the Recovery Act. The remainder supported expenditures by the FHWA and other Federal agencies that were not paid for from the Highway Trust Fund.

<sup>3</sup> The \$11.9 billion figure shown for Federal reflects the increase in the balance of the Highway Account of the Highway Trust Fund from approximately \$8.9 billion at the beginning of the year to approximately \$20.7 billion at the end of the year. Without the \$14.7 billion transfer of general funds to the Highway Account, this balance would have declined. It should be noted that while the increase in the Highway Account balance in 2010 and the amount of Recovery Act funds expended for highways during 2010 both round to \$11.9 billion, this is entirely coincidental. Recovery Act funding was authorized from the General Fund, and has no direct impact on the Highway Trust Fund.

Figura 49: Origine delle risorse per le strade degli Stati Uniti nel 2010

Le risorse sono state ricavate dai diritti di utenza e da altre fonti come imposte, proventi degli investimenti, da una buona gestione del debito e del suo finanziamento. Figura 50: Spese dirette per le autostrade, da spendere le agenzie e per tipo nel 2010 fornita dalla Highway Statistics.

I differenti livelli amministrativi hanno fonti di reddito diverse. Una quota significativa delle entrate federali e statali derivano da diritti di utenza, mentre la maggior parte delle entrate locali provengono dagli stanziamenti del General Fund<sup>1</sup>.

Molti Stati non consentono alle amministrazioni locali di imporre tasse sui carburanti o sui veicoli a motore e, anche laddove sono consentite, sono limitate a livelli relativamente bassi. Pertanto, a livello di governo locale, solo \$4,1 miliardi (7,8 %) dei finanziamenti alle strade è derivato da diritti di utenza nel 2010.

Il General Fund ha contribuito con \$21,8 miliardi (41,1 %), mentre le tasse sulle proprietà hanno generato \$9,4 miliardi (17,7 %)

### Investimenti nel settore stradale.

Le spese provenienti da tutti i livelli di governo sono pari a \$205,3 miliardi di dollari.

Highway Expenditures (Billions of Dollars)					
	Federal	State	Local	Total	Percent
<b>Expenditures by Type</b>					
Capital Outlay	\$0.8	\$72.6	\$26.8	\$100.2	48.8%
<b>Noncapital Expenditures</b>					
Maintenance	\$0.3	\$13.0	\$20.1	\$33.4	16.2%
Highway and Traffic Services	\$0.0	\$9.0	\$6.5	\$15.4	7.5%
Administration	\$2.4	\$8.8	\$4.9	\$16.2	7.9%
Highway Patrol and Safety	\$0.0	\$8.7	\$9.4	\$18.1	8.8%
Interest on Debt	\$0.0	\$7.0	\$2.9	\$9.8	4.8%
<b>Subtotal</b>	<b>\$2.7</b>	<b>\$46.4</b>	<b>\$43.7</b>	<b>\$92.9</b>	<b>45.2%</b>
<b>Total, Current Expenditures</b>	<b>\$3.6</b>	<b>\$119.0</b>	<b>\$70.5</b>	<b>\$193.0</b>	<b>94.0%</b>
Bond Retirement	\$0.0	\$8.1	\$4.1	\$12.3	6.0%
<b>Total, All Expenditures</b>	<b>\$3.6</b>	<b>\$127.1</b>	<b>\$74.6</b>	<b>\$205.3</b>	<b>100.0%</b>
<b>Funding Sources for Capital Outlay</b>					
Funded by Federal Government*	\$0.8	\$42.1	\$1.4	\$44.4	44.3%
Funded by State or Local Govts*	\$0.0	\$30.4	\$25.4	\$55.8	55.7%
<b>Total</b>	<b>\$0.8</b>	<b>\$72.5</b>	<b>\$26.8</b>	<b>\$100.2</b>	<b>100.0%</b>
<b>Funding Sources for Total Expenditures</b>					
Funded by Federal Government*	\$3.6	\$42.1	\$1.4	\$47.1	22.9%
Funded by State Governments*	\$0.0	\$81.9	\$23.4	\$105.3	51.3%
Funded by Local Governments*	\$0.0	\$3.1	\$49.8	\$52.9	25.8%
<b>Total</b>	<b>\$3.6</b>	<b>\$127.1</b>	<b>\$74.6</b>	<b>\$205.3</b>	<b>100.0%</b>

\* Amounts shown in italics are provided to link this table back to revenue sources shown in Exhibit 6-1. These are nonadditive to the rest of the table, which classifies spending by expending agency.

Figura 51: Spese dirette per le autostrade, da spendere per tutte le amministrazioni degli Stati Uniti.

L'investimento totale del governo federale è stato di \$47,1 miliardi, tuttavia le risorse effettivamente stanziare direttamente dal governo federale per manutenzione, gestione e ricerca ammontano a soli \$3,6 miliardi, cioè solo l'1,8% di tutte le spese stradali.

<sup>1</sup> È il fondo fondo utilizzato per tenere conto di tutte le attività e le passività di un ente o amministrazione, è anche il fondo operativo principale di una unità governativa. Gran parte delle normali attività di un comune sono supportati dal fondo generale. <http://www.allbusiness.com/glossaries/general-fund/4942326-1.html>

I restanti \$43,5 miliardi sono forniti sotto forma di trasferimenti ai governi statali e locali.

Complessivamente i governi federali hanno ricevuto \$42,1 miliardi di fondi federali, \$81,9 miliardi di fondi statali e \$3,1 miliardi di fondi locali per sostenere le spese dirette per 127,1 miliardi di dollari (61,9 per cento di tutte le spese stradali).

I governi locali invece hanno ricevuto \$1,4 miliardi di fondi federali , \$23,4 miliardi di fondi statali e \$49,8 miliardi di fondi locali per le strade, per un totale di 74,6 miliardi di dollari (36,3 per cento di tutte le spese stradali).

Approfondendo sull'investimento nel settore stradale, si deve evidenziare che tutte le spese non sono dello stesso tipo e che hanno pertanto caratteristiche molto diverse.

Pertanto per parlare di tipologia di spese dobbiamo definire in primo luogo il termine "Capital Outlay". Il Capital Outlay è il tipo di spesa associata ai miglioramento della rete autostradale.

Questi miglioramenti includono anche la spese dei terreni e altri costi relativi alle operazioni che precedono la costruzione vera e propria e si classificano in 17 classi.

Gli Stati devono fornire alla FHWA il rapporto dettagliato della spesa differenziata per ogni classe in cui è suddivisa la rete.

Nella seguente tabella si può evidenziare la distribuzione di Capital Outlay a seconda del tipo di intervento nelle diverse classi di strade.

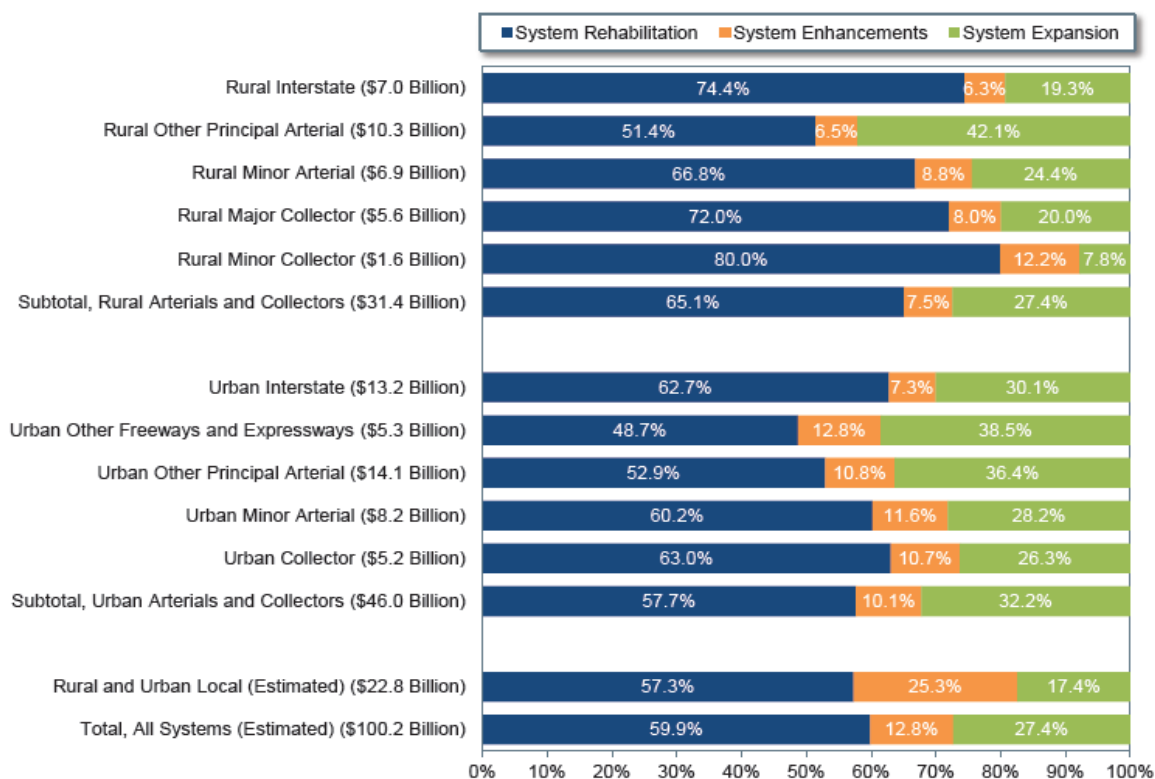


Figura 52: Ripartizione delle spese in conto capitale per migliorare e sistema funzionale [10]

Tutti i livelli amministrativi hanno speso un totale di \$100,0 miliardi (48,8%) in spese destinate alle strade, di tipo capital outlay.

La spesa combinata di manutenzione e servizi di traffico è di \$48,8 miliardi (23,7%) della spesa stradale totale

L'altra tipologia principale di spese stradali è quella di Non Capital Expenditures, che sono invece principalmente finanziati dai governi statali e locali.

In termini di finanziamenti stradali diretti da destinare alle agenzie, le spese statali rappresentano la maggioranza dell'investimento totale per la maggior parte delle tipologie di spesa, tranne il caso della manutenzione che è invece un'eccezione.

In questa voce i governi locali hanno una maggiore spesa, con \$20.1 miliardi che rappresentano il 60,2% della spesa per tutti i livelli di governo assieme.

La quantità totale di Capital Outlay spesa nella rete stradale viene così ripartita:

dei \$100,0 miliardi d'investimento totale, circa \$60.0 miliardi vengono usati nella riabilitazione della rete, \$27.4 miliardi sono spesi nell'espansione della rete e \$12.8 miliardi in miglioramento.

Negli ultimi anni si sta evidenziando un trend positivo d'investimento nella riabilitazione della rete. Questo fatto manifesta l'importanza della necessità di mantenere la rete un buoni livelli di funzionalità nel tempo.

La differenza netta tra le spese e i ricavi totali di tutte le amministrazioni, (\$15,7 miliardi) aumentano le risorse disponibili per gli investimenti nei prossimi anni.

### 2.3.1.5. Conclusioni

#### 2.3.1.5.1 Cassificazione stradale

Tabella 9: Classificazione stradale

	CLASSIFICAZIONE STRADALE			
	Gestione	Funzionalità	Aspetti tecnici	Altri
Australia	Si. Rete Stradale Nazionale e Locali.	Si. Autostrade, Strade e strade locali (urbane e extraurbane)	Si	
Canada	Si. Per ogni province e la rete nazionale	Si (Arterie, locali o zone remote)	Si	
Nuova Zelanda	Si. Strade Nazionali o regionale.	Si. Urbane o Extraurbane.	Si	Si. Sette gruppi per auto al giorno
Stati Uniti	Si. Rete Stradale Federale, Statale e Locale.	Si. Gruppo Arterial: principal e minor , Gruppo Collector: major e minor e Gruppo di strade locali	Si	Si. Vengono classificate anche sulla base della normativa

Per quanto riguarda la classificazione delle strade, ogni paese di solito hanno diverse classificazioni.

Le prime classificazioni si rivolgono al gestore della strada, non sarà lo stesso una strada gestita da una amministrazione centrale che una gestita da una amministrazione regionale.

Questa classificazione è la stessa in tutte i paesi ed è diviso in tre livelli:

- Il primo livello è il nazionale che comprende tutte le più importanti strade che collegano tutte le principali città e regioni.
- Il secondo livello è il regionale/statale, che corrisponde a quelle rete gestita dai governi statali o dai amministrazioni regionali.
- Un terzo livello locale, che corrisponde con le strade locale o di una città.

La seconda, è una classificazione che corrisponde alle funzioni della strada.

In questa classificazione devono essere trattate le strade a seconda del loro ruolo all'interno del sistema di strade.

Un'altra classificazione, si applica agli aspetti tecnici della strada.

A questo punto è chiaro che tutti i paesi analizzati hanno caratteristiche tecniche richieste a seconda del tipo di strade e le sue funzioni.

Una classificazione interessante è quella relativa alla Nuova Zelanda, che divide le strade in urbane ed extraurbane. Dopo nell'ambito urbano ed extraurbano si ha 8 gruppi (A, B, C, D, E, F, G/H) a seconda del numero di veicoli al giorno. Questa classificazione dà priorità alla manutenzione in quelle strade che sono di grande importanza per il numero di veicoli su di essa. Questa classificazione è molto utile per i lavori di manutenzione. Poiché quelle strade dove circolano più veicoli soffrono di più il degrado, e inoltre ci sarà una priorità per conservare in modo corretto, in quanto le strade saranno utilizzati dalla maggior parte dagli utenti.

### 2.3.1.5.2. Responsabilità sulla rete stradale

Tabella 10: Riassunto delle responsabilità sulla rete stradale

	RESPONSABILITÀ			
	Gestione	Manutenzione	Finanziamento	Misurazione
Australia	Governi Statali (Strade nazionali e regionali) e governi locali (strade locali e alcune strade regionali).	Governi Statali e locali.	Governo centrale (Department of Transport and Regional Development) e governi statali.	Ogni agenzia misura le sue strade e fanno un rapporto ogni anni al governo centrale.
Canada	Organo centrale Transport Canada. Ogni provincia le strade del suo territorio e Park Canada i parchi nazionali.	Park Canada e Government Service Canada: parchi nazionali e Alaska. Ogni provincia: rete nel suo territorio.	Transport Canada aiuta per le NHC e le TransCanada, e ogni provincia finanzia le strade del suo territorio.	Ogni provincia nel suo territorio o il governo centrale nel parchi nazionali.
Nuova Zelanda	Cada regione la sua rete, ma la NTZA la rete nazionale.	Governi locali e regionale.	Governi locali e regionale. Ma anche il governo central con la NTZA.	Governi regionale e locali. E la NZTA raccolta tutti questi dati nella sua base di dati.
Stati Uniti	La Federal Highway Administration è la responsabile della rete federale. Ogni Stato ha il suo proprio DOT che è il responsabile della loro rete	FHWA e i diversi DOT di ciascun Stato	Il finanziamento avviene attraverso tutti i livelli dell'amministrazione con i diversi sistemi di PMS	Ogni agenzia è incaricata della misurazione dello stato della loro rete.

La definizione delle responsabilità è determinata in quasi tutti i paesi (eccetto in Canada come si vedrà in seguito) secondo il proprietario della rete. Vale a dire le strade nazionali saranno gestite e mantenute da un organismo della amministrazione centrale e gli enti regionali le strade a livello regionale.

Il caso del Canada è diverso, in quanto ogni provincia avrà il compito della gestione, manutenzione e finanziamento di tutte le strade che attraversano il suo territorio. Solo l'amministrazione del governo centrale è responsabile della gestione e manutenzione delle strade o tratti che circolano attraverso i parchi nazionali o del territorio dell'Alaska.

Per quanto riguarda il finanziamento del governo centrale è sempre coinvolto in maggiore o minore misura, in base del tipo di strada. I governi regionali o statali sono completamente coinvolti nella gestione dei finanziamenti nelle strade sotto la loro direzione.

Tutti questi paesi a livello extraeuropeo, misurano lo stato delle strade e hanno un inventario aggiornato degli elementi delle strade e il loro stato. Le misurazioni sono responsabili delle loro agenzie o gli organismi responsabili della manutenzione di ogni percorso. Ma c'è sempre una agenzia centrale o regionale che si occupa di raccogliere i dati delle strade e il suo stato per la corretta gestione della rete.

Aver un inventario aggiornato e gestito da un'amministrazione centrale può essere di grande utilità per la creazione di un PMS di livello superiore. In questo modo non solo si potrà controllare ed obbligare alle agenzie a mantenere le strade ad un livello minimo di accettazione, ma anche si potrà avere un maggiore controllo nel momento di assegnare il finanziamento alle differenti reti stradali o regioni concrete.



### 2.3.1.5.3. Definizione del Budget (Finanziamento)

Tabella 11: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale

	FINANZIAMENTO		
	Come viene definito	Quantia (€)	Criteri specifici per il budget della manutenzione
Australia	Il processo è definito nella Local Government Act. 1995 (Financial Assistance). Nel National Building Program (National Land Transport) viene quali sono le priorità di finanziamento.		Nel Roads 2020 si prevede che il budget futuro di manutenzione secondo l'evoluzione delle rugosità della strada (IRI).
Canada	Costi di prima costruzione; Costi di riabilitazione e manutenzione; Manutenzione ordinaria; Manutenzione invernale.		Il governo centrale finanzia attraverso fondi federali amministrati dal Transport Canada che distribuisce le risorse sulla base di aspetti tecnici ed economici. Le province sono responsabili del finanziamento delle strade che passano sul loro territorio. Nei parchi nazionali ha creato un algoritmo che prevede il budget in base all'evoluzione del PCI index.
Nuova Zelanda	Un percentuale dei fondi nazionali e un'altra percentuale di fondi regionali. È differenziato tra i fondi della rete nazionale e i fondi delle strade locali. E anche viene definito come attività rinnovo della strada, manutenzione ordinaria...	205 milioni nelle strade nazionali e 171 milioni nelle strade locale	Nel piano nazionale stradale viene definito e anche nei piani di ogni regione

Tabella 12: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale (Continuazione)

FINANZIAMENTO			
	Come viene definito	Quantia (€)	Criteri specifici per il budget della manutenzione
Stati Uniti	A livello statale e locale la definizione del budget avviene attraverso dei diversi sistemi di PMS impiegati in ciascun stato. Invece a livello nazionale viene definito nel Status of the Nation's Highways, Bridges, and Transit Report to Congress Conditions & Performance	Nello 2010, a tutti i livelli amministrativi la spesa totale ha stato pari \$151.5 miliardi	Il budget viene definito attraverso una combinazione tra tasse agli utenti e fondi federali.

A causa del gran numero di fonti e i dei diversi modi di definire i budgets di ciascun paese, è molto difficile ottenere un valore comparativo del soldi speso da ogni paese nella manutenzione stradale. Ogni paese definisce i costi in modo diverso: alcuni definiscono in spesa totale sulle strade senza specificare a cui si riferiscono, altri paesi le spese si differenziano tra costi di manutenzione ordinaria, straordinaria, ecc; altri la differenza a seconda che ne sono i destinatari; altri in un budget del paese per le strade globale. Tutto questo rende difficile ottenere un valori significativi delle spese per manutenzione strade che sia possibile confrontare tra i diversi paesi.

Il valore che si potrebbe arrivare a confrontare le spese, sarebbe l'euro o dollari spesi per metro quadrato di strada e come è definito (manutenzione ordinaria, straordinaria, invernale...). Ma questo dato è difficile da ottenere come si è detto sopra.

Secondo la Banca Mondiale si esibirà una corretta manutenzione delle strade, investendo in cui 2 € per metro quadrato di strada.

Un aspetto importante, è che tutti questi paesi hanno un sistemi informatici per prevedere i costi e in questo modo determinare il budget che sarà speso. Si tratta di un aspetto da tenere in considerazione quando si vuole fare una corretta manutenzione sull'aspetto economico, poiché prende in conto il deterioramento della strade ed è si darà priorità nell'assegnazione dei budget. Per questo è necessario avere a disposizione una database corretta, dove vengono raccolti gli indici di stato, i lavori di manutenzione nella rete, il soldi speso per questi lavori, ecc. Anche la creazione di algoritmi che possono predire il deterioramento nel tempo della pavimentazione e il soldi che deve essere speso per restituire la pavimentazione allo stato normale. Gli indici che sono presi in considerazione per questo è di solito è l'IRI, ma possono avere altre come in Canada o negli Stati Uniti come il PCI (Pavement Condition Index), ecc.

### 2.3.1.5.4. Misure del stato della pavimentazione

Tabella 13: Misurazione dello stato della pavimentazione

STATO DELLA PAVIMENTAZIONE			
	Viene Misurata	Indici misurati	Forma di misurare
Australia	Si	La rugosità è misurata in NAASRA Roughness Meter (NRM)	Secondo la normativa NAASRA
Canada	Si	Comfort Index (RCI) e Pavement Condition Index (PCI)	Secondo la regola di ciascuno degli indici
Nuova Zelanda	Si	Roughness; Pavement Integrity Index (PII); e monitoraggio visuale	Secondo viene definito nel RAAM e dTIMS report; visuale
Stati Uniti	Si	Ciascun Stato ha il potere di decidere gli indici che meglio si adattano alle loro caratteristiche. A livello federale sono principalmente il IRI e il PSR ma si impiegano anche altri.	A livello federale si stabilisce come documento di riferimento il HPMS (Highway Performance Monitoring System)

In tutti questi paesi viene misurato lo stato della pavimentazione come si ha descritto prima. Come si vede nella tabella, ogni paese ha un indice o più indici per misurare lo stato delle strade. Tali indici cercano di dare un valore allo stato della pavimentazione che permette di conoscere lo stato della strada. Le forme di misurare sono simili (con gli stessi strumenti e le stesse procedure) ma in ogni paese sono utilizzati gli indici diversi. Questi modi di misurazione di questi indici sono descritti nelle norme o linee guide (internazionali, nazionali o regionali). Come vengono ottenuti e misurati viene descritto nella norma corrispondente.

Tabella 14: Valori di soglia per la pavimentazione

	STATO DELLA PAVIMENTAZIONE	
	Ci sono valori di soglia di accettazione	Quali sono
Australia	Si. Si usa un modello computazionale chiamato RIAM (Road Infrastructure Assessment Model) per analizzare i diversi dati.	Massimo di 160 MRN
Canada	Si	Per le NHS un RCI di 0,6 o superiore . Nel parchi nazionali RCI di 4,5.
Nuova Zelanda	La NZTA considera valori minimi delle prestazioni stradali ai fini della manutenzione stradale dipendendo del tipo di strada	Vieni definito nella guida RAAM per a cada tipo di strada (A,B,...)
Stati Uniti	Si, nei diversi documenti di rilevazione dei dissesti vengono anche definiti diversi livelli di severità. Anche nel HERS si definisce un valore (Unacceptability Level) che non può essere superato perchè rappresenta le condizioni minime tollerabili	Vengono definiti per ciascuno dei dissesti e caratteristiche definite

Oltre a misurare lo stato della pavimentazione, c'è anche livelli minimi di accettabilità di tali indici. Come è coerente, ogni paese ha un diverso livello minimo. Alcune paese danno valori specifici per ogni tipo di strada, valori che devono essere soddisfatte come è nel caso delle strade della Nuova Zelanda o del Canada.

Altri paese come gli Stati Uniti definiscono una serie di livelli di accettazione. Questi livelli sono definiti per tutti i parametri misurati e consentire la priorità delle diverse azioni sulla pavimentazione. Di questi livelli il più importante è il *unacceptability level (UL)* che è il valore che non può essere superato in nessun caso.

Con tutto questo possiamo dire che si deve avere una misure dello stato della pavimentazione per una corretta gestione delle strade e controllare l'evoluzione nel tempo delle diverse caratteristiche delle strade. Gli indici che vengono misurati per definire lo stato devono essere in corrispondenza con le capacità tecniche ed economiche del paese e dell'agenzia responsabile per la misurazione. Un indice comune e che definisce la condizione della pavimentazione in modo semplice, è l'indice IRI.

Inoltre, è importante avere un minimo dei indici dello stato della pavimentazione. Questi minimi devono essere coerenti con il tipo di strada, non è lo stesso una piccola strada regionale (con po traffico) che una strada che unisce due grandi città (con molto traffico e requisiti tecnici superiori). È anche importante definire questi indici tenendo in conto la capacità economica e tecnica del paese.

L'uso di questi indici è uno strumento decisionale molto utile per i tecnici responsabili della gestione dei budget e la definizioni di lavoro da effettuare.

### 2.3.1.5.5. Reglamentazione speciale per la manutenzione

Tabella 15: Regolamentazione vigente

	REGOLAMENTAZIONE
	Quali sono
Australia	Ci sono diversi regolamenti sviluppate per il programma è Asset Program gestito da Austroads.
Canada	Transportation Association_of Canada PADMG 2011 (Pavement Asset Design and Management Guide) è la più attuale in questo momento e
Nuova Zelanda	New Zealand Transport Agency Maintenance Guidelines for Local Roads; Roding Assessment and Maintenance Management (RAMM)
Stati Uniti	Highway Performance Monitoring System; HERST-ST User Guide; Practical Guide for Quality Management of Pavement Condition Data Collection; Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Program

### 2.3.1.5.6. Aspeti vantaggiosi a considerare per la implementazione nel ambito della manutenzione

Da tutto questo è possibile estrarre una serie di conclusioni vantaggioso per applicare ad un sistema di gestione stradale:

- L'importanza di avere una classificazione ben definita della rete, dove verranno definite le responsabilità di ciascuna amministrazione. Una buona classificazione stradale sarebbe che, da un lato essere classificati secondo la loro disposizione geografica (statali, regionali e locali) e, dall'altro lato, che le strade sono classificate secondo le loro caratteristiche tecniche e funzionali.
- È importante la misurazione dello stato della pavimentazione, ma sempre sotto una metodologia standardizzata. Inoltre, è importante la definizione di un catalogo di dissesti aggiornato e un inventario dello stato della rete e i suoi elementi. Per a questo vengono usati indici che sono in grado di riflettere lo stato della pavimentazione. Per la gestione di tutte queste informazioni ci sono programmi e database di maggiore o minore capacità a seconda della grandezza della rete. Ci sono anche numerosi programmi per il computer che con i dati forniti ci danno l'evoluzione del degrado di un indice o degli indici di stato e in questo modo prevedere i costi di manutenzione per gli anni precedenti.

- Avere definiti i valori di accettazione minimi, è il solo modo per garantire un livello minimo di servizio agli utenti. Con la sua definizione è consentite anche l'omogeneizzazione dei livelli di servizio tra le diverse amministrazioni.

Infine, un aspetto interessante da prendere in considerazione è di destinare una percentuale delle imposte sulla circolazione e benzina per il finanziamento di programmi di manutenzione e miglioramento della rete stradale. In questo modo, gli utenti pagano le strade che utilizzano e facilita la creazione di programmi di manutenz

## **2.3.2. Casi europei**

Nello riferente ai paesi dell'ambito europeo, i paesi analizzati sono: :

- Italia
- Inghilterra
- Germania
- Spagna
- Svizzera

### 2.3.2.1. Italia

La situazione italiana rispetto alla gestione della rete stradale e alla manutenzione della stessa sta attraversando negli ultimi anni una situazione di disagio che si deve ascrivere principalmente alla mancanza di norme cogenti e/o volontarie e alla mancanza di criteri per la corretta gestione della manutenzione insieme al fatto che la strada è sempre stata considerata come un elemento fine a se stesso piuttosto che come parte di un sistema.

In questo contesto si rileva che principalmente gli interventi di manutenzione consistono prevalentemente nel ricorso indiscriminato al rifacimento del manto di usura come soluzione universale di qualsiasi ammaloramento.

La "priorizzazione" di questi interventi viene effettuata sulla base del danno, cioè si interviene prima dove il danno è maggiore per poi trovare soluzioni nei casi di danno minore.

Si deve evidenziare il decentramento della maggior parte delle strade gestite da ANAS, in base a quanto disposto dal Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112.

Questo contesto di decentramento patrimoniale non ha facilitato la situazione della gestione stradale, aggiungendo altre criticità a quelle esistenti, portando quindi un incremento di competenze alle Province con fondi insufficienti.

Queste sono le principali caratteristiche che influenzano la gestione della rete stradale e la sua manutenzione.

#### **2.3.2.1.1 Caratteristiche della rete stradale**

Per poter definire le caratteristiche della rete stradale italiana, in primo luogo si deve chiarire come questa viene classificata.

La classificazione viene effettuata nel Decreto Legislativo N. 285 del 30/04/1992, conosciuto anche come il Nuovo Codice della Strada, più specificamente nell'articolo 2 Definizione e classificazione delle strade.

Secondo questo articolo le strade sono classificate, sulla base delle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

#### A – Autostrade

“Strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso e di accessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da appositi segnali di inizio e fine. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio ed aree di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.”

#### B - Strade extraurbane principali

“Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso, con accessi alle proprietà laterali coordinati, contraddistinta dagli appositi segnali di inizio e fine, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore; per eventuali altre categorie di utenti devono essere previsti opportuni spazi. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.”

#### C - Strade extraurbane secondarie

“Strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.”

#### D - Strade urbane di scorrimento

“Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali esterne alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.”

#### E - Strade urbane di quartiere

“Strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.”

#### F - Strade locali

“Strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade”



#### F-bis. Itinerari ciclopedonali

“Strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile e caratterizzata da una sicurezza intrinseca a tutela dell'utenza debole della strada.”

Per le esigenze di carattere amministrativo e con riferimento all'uso e alle tipologie dei collegamenti svolti, la rete stradale è classificata anche in:

- Strade statali
- Strade regionali
- Strade provinciali
- Strade comunali

Per l'elaborazione di questa classificazione, nello stesso articolo vengono forniti diversi indicazioni circa come deve essere effettuata.

Secondo questa classificazione gli enti proprietari delle strade sono rispettivamente lo Stato, la regione, la provincia, il comune.

Oltre alla classificazione della rete, bisogna chiarire quali siano le caratteristiche della rete stradale, soprattutto la sua lunghezza.

Per fare questo, si fa ricorso al capitolo V: Trasporti su Strada del Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Secondo questo documento elaborato per il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, al 31 dicembre 2011 la lunghezza della rete stradale italiana primaria (esclusa quella comunale) è pari a km 179.024, così ripartiti:

- Autostrade: 6.668 km.
- Altre Strade di interesse nazionale 20.773 km.
- Strade Regionali e Provinciali 151.583 km.

Se al dato della lunghezza totale della rete stradale si volesse aggiungere anche quello relativo all'estensione delle strade di competenza dei Comuni Capoluogo di Provincia, pari a 72.018 chilometri, il totale per l'anno 2011 ammonterebbe a 251.042 chilometri.

#### **2.3.2.1.2 Gestione della rete stradale**

Nel panorama della Normativa Italiana non esistono troppi riferimenti al tema della gestione del patrimonio stradale. Si trovano riferimenti all'articolo 13 e il 14 del Nuovo Codice della Strada.

L'articolo 13, "Norme per la costruzione e la gestione delle strade", è un articolo che si concentra più sulla parte costruttiva delle strade e lascia in secondo piano la parte di gestione.

Con questo articolo si stabiliscono le basi per la redazione delle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, mentre che per quanto riguarda la gestione viene solo indicato l'obbligo per i proprietari della strada di classificare la loro rete sulla base dell'articolo 2, comma 2, del Nuovo Codice della Strada, di tenere aggiornata la cartografia e il catasto delle strade e di effettuare rilevamenti del traffico. D'altra parte invece, l'articolo 14, "Poteri e compiti degli enti proprietari delle strade", si concentra di più sugli aspetti gestionali della rete, definendo in modo chiaro gli obblighi dei proprietari della rete stradale:

#### Articolo 14: Poteri e compiti degli enti proprietari delle strade

1) Gli enti proprietari delle strade, allo scopo di garantire la sicurezza e la fluidità della circolazione, provvedono:

- a) alla manutenzione, gestione e pulizia delle strade, delle loro pertinenze e arredo, nonché delle attrezzature, impianti e servizi;
- b) al controllo tecnico dell'efficienza delle strade e relative pertinenze;
- c) alla apposizione e manutenzione della segnaletica prescritta.

2) Gli enti proprietari provvedono, inoltre:

- a) al rilascio delle autorizzazioni e delle concessioni di cui al presente titolo;
- b) alla segnalazione agli organi di polizia delle violazioni alle disposizioni di cui al presente titolo e alle altre norme ad esso attinenti, nonché alle prescrizioni contenute nelle autorizzazioni e nelle concessioni.

Per le strade in concessione i poteri e i compiti dell'ente proprietario della strada previsti dal presente codice sono esercitati dal concessionario, salvo che sia diversamente stabilito.

Pertanto le diverse modalità di gestione del patrimonio stradale in relazione alle attività ed ai servizi che devono essere svolti ed ai servizi che devono essere garantiti non possono prescindere da quanto viene stabilito in questo articolo.

Per quanto riguarda alla gestione della rete stradale, si deve evidenziare il Decreto Legislativo n.112 dal 31 marzo 1998 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59" che ha fissato il conferimento di funzioni e compiti amministrativi statali alle regioni, alle province e ai comuni tra i quali sono inclusi tutti i relativi alla rete stradale, passando pertanto a essere di gestione da parte delle amministrazioni regionale e locale de parte della rete stradale dall'ANAS.

### Gestione della manutenzione stradale a livello nazionale.

Centrando il discorso sull'aspetto della gestione della manutenzione stradale.

Il riferimento principale per la progettazione degli interventi sulla rete stradale è il Decreto Ministeriale n. 6792 del 5 novembre 2001; Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Si deve tener conto di che questo decreto è più centrato sulla parte di costruzione e progettazione di nuove strade che sulla manutenzione. Pertanto, è con l'intenzione di creare una nuova base di riferimento per la manutenzione questo decreto si modifica.

La modificazione avviene attraverso del Decreto Ministeriale n. 67/S del 22/04/2004.

Con questo decreto si stabilisce una distinzione tra interventi di adeguamento che operano sulle strade esistenti ed interventi di nuova realizzazione.

Inoltre, il decreto imponeva che fossero emanate tutta una serie di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione.

Questa nuova normativa per gli interventi di adeguamento, doveva essere emanata entro un periodo di sei mesi della pubblicazione del decreto ma, non fu fino al 21 marzo di 2006 quando è stato pubblicato una prima bozza di normativa al rispetto, "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti".

In questa bozza, vengono definiti ed individuati gli interventi di adeguamento delle strade esistenti e le loro priorità di attuazione per parte degli enti proprietari e/o gestori in collaborazione agli enti territorialmente competenti alle diverse scale.

Per la progettazione degli interventi è richiesto tutta una serie di attività preliminari di analisi, indagini e rilevazione circa la rete stradale che devono essere effettuati dagli enti proprietari e gestori.

Con queste attività si cerca poter stabilire:

- La domanda di trasporto.
- Le caratteristiche geometriche e funzionali delle strade.
- I dati di traffico e di incidentalità.

Tali attività dovranno assumere un riferimento posizionale così da rendere possibile l'analisi incrociata con le attività relative alla classificazione tecnico funzionale delle strade.

Inoltre, nella bozza non solo si definiscono gli interventi di adeguamento sebbene, si definiscono anche i criteri con i quali debbono essere progettati ed eseguiti, comunque motivati al miglioramento della funzionalità e della sicurezza della circolazione stradale.

Gli interventi di adeguamento si classificano in:

1. Interventi per il potenziamento funzionale della strada.

Sono gli interventi necessari per adeguare l'infrastruttura alle nuove caratteristiche della domanda di traffico. Rientrano tra questi interventi:

- l'adeguamento delle caratteristiche a quelle previste per una classe funzionale superiore alla propria;
- l'incremento della capacità.

2. Interventi per il miglioramento del livello di sicurezza intrinseca dell'infrastruttura.

Interventi che contribuiscono a migliorare la sicurezza della circolazione mediante interventi di tipo generalizzato o localizzato.

3. Interventi per la valorizzazione ambientale delle strade

Interventi per eliminare l'interazione conflittuale tra strada e ambiente naturale attraversato.

Una ulteriore classificazione dei interventi di adeguamento può essere effettuata a seconda delle considerazioni relative all'ambito di applicazione. Se gli interventi operano sulla realtà fisica sono anche interventi di tipo "strutturali" mentre che si operano sulle modalità d'uso della rete sono invece interventi di tipo "non strutturali".

Nella progettazione preliminare delle alternative ad effettuare, si avrà pertanto che le possibili soluzioni di adeguamento saranno molteplici, ciascuna composta da un bilanciato insieme di interventi di tipo "strutturale" e "non strutturale" includendo anche l'ipotesi nulla di non eseguire alcun intervento di adeguamento.

Ciascuna soluzione dovrà essere caratterizzata in termini di qualità del servizio offerto, di livello di sicurezza raggiunto e di benefici sociali conseguibili, tenendo conto, nella valutazione di questi ultimi, delle diverse voci di costo da considerare in relazione al tipo di intervento ed alle caratteristiche dei luoghi.

Ma, tutto questo è solo una bozza normativa e fino alla definitiva emanazione di queste norme, il riferimento rimane ancora il Decreto Ministeriale n. 6792 del 5 novembre 2001 ma, si dovrà tener conto di che i progetti di adeguamento devono essere realizzati in modo da raggiungere gli obiettivi di innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione introdotti per la modifica.

Il ritardo nella emanazione della normativa definitiva si deve all'attuale confronto che si sta vivendo circa le funzioni che essa deve svolgere e se debba o no possedere caratteristiche di cogenza.

Inoltre, per l'adeguamento delle strade esistenti possono ritenersi di utile applicazione i seguenti riferimenti:

- Circolare del ministero delle infrastrutture e dei trasporti n°3699 del 8/06/2001.  
Questa circolare fornisce le linee guida per l'analisi di sicurezza delle strade, le quali possono essere utilizzate nell'individuazione di tratti che suppongano un rischio per la circolazione sicura.
- Bozza del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) sui criteri per la classificazione delle strade esistenti.  
La classificazione della rete è il primo passo che si deve effettuare per l'adeguamento della stessa.
- Direttiva 01/2003 dal Parlamento e del Consiglio Europeo  
Direttiva relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete transeuropea.

#### Gestione della manutenzione stradale a livello regionale e locale.

D'accordo allo esposto nel articolo 14 del Nuovo Codice della Strada e con il trasferimento della rete stradale dall'ANAS alle amministrazione regionale e locale. Questi diventano le responsabile della manutenzione e gestione della loro rete.

In questo contesto si rileva che a livello nazionale la programmazione della manutenzione viene effettuata generalmente secondo la dottrina dell'emergenza, di riparare prima la situazione peggiore (worst-first) essendo pochi gli enti gestori, che si che hanno tentato di applicare alla loro rete una programmazione vera della manutenzione.

Si può citare:

#### **Provincia di Cagliari**

In questa provincia si ha messo a punto una metodologia per la scelta delle priorità di intervento ma si è scontrata con la carenza di dati, che rende praticamente impossibile la previsione del degrado delle caratteristiche della pavimentazione, fondamentale nella decisione di intervento.

#### **Città di Padova in collaborazione con la provincia di Verona**

Hanno sviluppato un metodo pratico per il rilievo e la classificazione delle caratteristiche funzionali e strutturali delle pavimentazioni stradali che si basa su un'indagine visiva che fornisce un indice sintetico rappresentativo dello stato della pavimentazione.

Il confronto di questo codice con una serie di standard di qualità permette un'agevole individuazione delle carenze e quindi una pianificazione degli interventi di manutenzione necessari.

#### **Regione Veneto**

È stata autorizzata la costituzione di una società di capitale pubblico, Veneto Strade S.p.A., con l'obiettivo di essere la incaricata della progettazione, l'esecuzione, la manutenzione, la gestione e la vigilanza.

## **Regione Lombardia**

La Regione Lombardia è una delle poche amministrazioni che ha cercato di solventare di una maniera effettiva il problema della programmazione degli interventi manutentivi. Tra le sue iniziative, si devono evidenziare le seguenti:

– Legge regionale n. 9/2001

Questa legge ha lo scopo di disciplinare le funzioni di programmazione, progettazione, realizzazione, manutenzione e gestione della rete viaria di interesse regionale.

Questa legge si suddivide in 6 titoli tra i quali distacca il titolo II "Programmazione e coordinamento degli interventi sulla rete viaria di interesse regionale" perché è dove viene raccolto come si deve effettuare la manutenzione della rete viaria, (articolo 4).

L'articolo stabilisce che per la manutenzione ordinaria della rete viaria, la Regione deve definire appositi accordi di programma triennali con le provincie e i comuni come strumento operativo.

Inoltre, stabilisce il compito della Giunta regionale di determinare gli standard minimi di manutenzione ai cui gli enti competenti sono tenuti ad uniformarsi.

Questi standard poi definiranno i livelli di qualità minima da assicurarsi, nonché le tipologie ed i cicli di manutenzione programmata, specifici per ogni classe stradale. Queste classi stradali, sono definite nell'articolo 3 della stessa legge.

Nell'articolo vengono definiti i criteri impiegati per la classificazione funzionale della rete stradale e si indica anche che a questa classificazione della rete, la Regione destinando specifiche risorse del bilancio regionale, potrà correlare una programmazione degli interventi con la finalità di riqualificare la rete viaria di interesse regionale, provinciale e locale.

– Catasto delle strade

Uno dei requisiti di base nella definizione di qualunque sistema di gestione della manutenzione stradale è avere una buona banca di dati. Pertanto la mancanza di questa rende impossibile la presa di decisioni al rispetto, ciò ha motivato alla Regione la costituzione del Catasto Strade della Regione Lombardia.

Il catasto è destinato a raccogliere una selezione dei dati disponibili presso i singoli enti gestori.

Costituisce una componente importante del Sistema Informativo Stradale della Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità, le cui finalità sono:

- La conoscenza della rete viaria della sua consistenza e del suo stato.
- L'analisi dello stato di manutenzione e di congestione della rete e quindi delle necessità di intervento.
- La valutazione di alternative di intervento.
- La programmazione degli interventi sulla rete e la gestione delle informazioni relative alla loro attuazione.

- Deliberazione Giunta Regionale n. 8/1790 del 25 gennaio 2006: "Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle strade, delle loro pertinenze ed opere d'arte – Asse di intervento 6.1.10 (Altre azioni per il miglioramento delle infrastrutture di trasporto regionali)"

In questa deliberazione si definiscono gli standard prestazionali e i criteri di manutenzione delle pavimentazioni stradali da adottarsi sia in sede di progettazione che di gestione delle opere, in modo di avere una normativa chiara e definita ed evitare i problemi di interventi manutentivi non omogenei e spesso non coerenti con le esigenze trasportistiche che provoca la mancanza di una normativa al rispetto.

La deliberazione si struttura in una serie di allegati che adesso vengono spiegati.

Allegato A: «Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle pavimentazioni stradali»

Questo allegato fornisce un documento di indirizzo per gli enti gestori della rete viaria regionale, ai sensi della legge regionale 9/2001

Allegato B: «Catalogo dei dissesti delle pavimentazioni stradali»

Si fornisce un catalogo ai fini dell'acquisizione dei dissesti superficiali della sede stradale e di servire come riferimento agli enti gestori.

In questo catalogo si dà per ciascun dissesto una breve descrizione del dissesto accompagnata da una immagine e da una sezione trasversale a modo di rendere più comprensibile l'informazione. Inoltre, si definiscono diversi livelli di severità per ciascun dissesto e gli interventi raccomandati per il ripristino delle caratteristiche.

I diversi dissesti vengono raggruppati nelle seguenti famiglie:

- Alterazioni delle condizioni della superficie della pavimentazione  
Situazione di alterazione delle normali condizioni della superficie della pavimentazione, generando problemi di aderenza e rumore.  
Tipologie:
  - Rifluimento del legante
  - Sgranamento
- Alterazione della regolarità della pavimentazione  
Situazione di alterazione della regolarità del piano viabile sia in senso trasversale che longitudinale.  
Possono incidere anche significativamente sulla regolarità e sullo smaltimento dell'acqua di poggia.  
Tipologie:
  - usura superficiale
  - buche
  - avvalamenti
  - rappezzi

- distacco dello strato di usura
  - ormaie
  - avvallamenti e dissesti in presenza di chiusura
- Fesurazione della pavimentazione  
 Situazione della continuità della pavimentazione a causa di fessure trasversali e/o longitudinali e/o diffuse.  
 Incidono sulla qualità della pavimentazione sulla durata e sulla regolarità  
 Tipologie:
- fessure trasversali
  - fessure longitudinali
  - fessure di giunto
  - fessure a blocchi
  - fessure a pelle di cocodrilo

Allegato C: «Catalogo degli interventi di manutenzione sulle pavimentazioni stradali»

Nell'allegato si fornisce le diverse tipologie di interventi manutentivi sulla sede pavimentazioni stradali.

Le diverse tipologie di intervento sono state raggruppate in 2 categorie:

- Interventi di manutenzione  
 Con lo scopo di ripristinare le caratteristiche superficiale e la funzionalità del piano viale.
- Interventi di riabilitazione.  
 Che sono interventi che in misura diversa hanno efficacia di tipo strutturale

Per ciascuna tipologia è fornita:

- Descrizione generale supportata da schemi grafici e fotografie
- Campo di impiego in termini di:
  - caratteristiche funzionali e strutturali
  - traffico
  - ambito stradale
- Effetti indotti sulle caratteristiche funzionali e strutturali
- Durata media del intervento

Questo catalogo dovrà essere ampliato e aggiornato.

Allegato D: «Criteri per lo sviluppo di sistemi di gestione della manutenzione delle pavimentazioni stradali»

In questo allegato si presenta, a scopo formativo, le principali modalità attuative sulla manutenzione programmata, fornendo le linee guida per lo posteriore sviluppo ed implementazione di un sistema di gestione della manutenzione.



Allegato E: «Sintesi inerente lo stato della manutenzione stradale in ambito internazionale, in Italia e in Regione Lombardia»

Allegato F: «Sintesi inerente lo stato e le modalità di manutenzione della sede stradale in Regione Lombardia»

Gli ultimi due allegati forniscono un approccio sulla manutenzione stradale in diversi ambiti(internazionale, nazionale e regionale) di questi quello che sono più interessanti sono quelli relativi all'Italia e alla Regione di Lombardia.

La situazione della manutenzione stradale nell'ambito nazionale ha stato già spiegata prima, pertanto concentreremo il discorso nelle diverse esperienze effettuate in ambito lombardo.

In ambito lombardo ci sono poche esperienze relative alla gestione della manutenzione stradale, ma tra tutte si devono evidenziare le effettuate nella provincia di Milano e nella provincia di Brescia.

### **Provincia di Milano**

La provincia di Milano ha sviluppato un sistema di supporto alle decisioni relative alla manutenzione stradale per rendere più oggettivo il criterio di scelta dei diversi interventi.

Il software che permette questo si ha articolato Attraverso l'individuazione di una serie di indicatori che permettono la rappresentazione delle caratteristiche funzionali della pavimentazione, la valutazione del degrado della stessa nel tempo e la previsioni dei benefici relativi ad un determinato intervento.

Per la valutazione delle condizioni globali della strada si hanno scelto i seguenti indici prestazionali:

- IRI (International Roughness Index)
- CAT (coefficiente di aderenza trasversale)

Il software permette l'elaborazione d'un elenco di strategie possibili per ogni tratto omogeneo della rete, tra le quali si va scegliendo successivamente quella che garantisce sempre i maggiori benefici. Si tiene così una programmazione dei lavori da attuare per un periodo di tempo prestabilito.

### **Provincia di Brescia**

Nel 2004 e con l'intenzione di esaminare le condizioni in cui si trovavano le strade provinciali di competenza si ha definito un metodo che anche se non è una vera e propria programmazione pluriennale dei interventi, permette l'individuazione delle priorità di intervento.

Pertanto e con questa intenzione, la valutazione coinvolge anche tutti i fattori che interessano la sede stradale (sovrastruttura, segnaletica, barriere di sicurezza e condizione delle scarpate) e non solo la superficie della pavimentazione.

L'analisi si basa su rilievi di tipo visivo effettuati da responsabili del settore.

Per ogni degrado identificato si stima la gravità del danno, questa viene valutata attraverso tre livelli di gravità e tre livelli di estensione.

Quindi, ogni strada presenta una valutazione di ogni parametro ed un giudizio complessivo inteso come media pesata dei 5 fattori considerati nell'analisi che sarà quello impiegato per la definizione delle priorità.

### **2.3.2.1.3 Finanziamento**

Negli ultimi anni la manutenzione ordinaria e straordinaria ha stato penalizzata con una mancanza di risorse che invece erano destinati alla realizzazione di nuove strade ha provocato un finanziamento completamente inadeguato alle necessità reale della rete.

Questa situazione, ha stato peggiorato dovuto alla distribuzione di risorse "a pioggia" in coerenza alla filosofia di worst first, soluzione antieconomica nella che si rinuncia pertanto ad avere una manutenzione programmata e organizzata in modo di massimizzare il rapporto beneficio/costo.

Dovuto a questa metodologia di attuare è difficile determinare il totale spesso in manutenzione, l'unica agenzia di cui si ha trovato la informazione relativa alle spese in manutenzione ha stato l'ANAS.

Come si può vedere nella tabella estratta del suo bilancio generale, nel 2012 il totale speso in manutenzione è stato pari a 253.29 milioni di euro

Il finanziamento dell'ANAS avviene attraverso del contratto di programma con il Ministero.

Dati in €/milioni	2012	2011	Variazione (2012-2011)	Variazione% (2012-2011)
<b>CONTO ECONOMICO</b>				
Ricavi finalizzati all'esercizio della rete	634,82	659,33	-24,50	-3,7%
Ricavi derivanti dalla gestione della rete	98,00	97,81	0,19	0,2%
<b>Totale Ricavi attività connesse alla rete</b>	<b>732,83</b>	<b>757,14</b>	<b>-24,31</b>	<b>-3,2%</b>
Ricavi diversi	55,02	48,20	6,82	14,2%
<b>Totale Ricavi</b>	<b>787,85</b>	<b>805,34</b>	<b>-17,48</b>	<b>-2,2%</b>
Manutenzione ordinaria Strade Statali e Autostrade	235,29	231,45	3,83	1,7%
Costo per il Personale	359,77	376,78	-17,00	-4,5%
Altri costi operativi (*)	144,74	126,97	17,00	14,0%
Incrementi di imm.ni Opere e Manutenzione Straordinaria	-102,39	-107,38	4,99	-4,6%
<b>Totale Costi operativi</b>	<b>637,41</b>	<b>627,83</b>	<b>9,58</b>	<b>1,5%</b>
<b>Margine operativo lordo (EBITDA)</b>	<b>150,44</b>	<b>177,51</b>	<b>-27,07</b>	<b>-15,2%</b>
Utilizzo Fondi in Gestione (esclusi contributi e strade regionali)	637,22	579,73	57,50	9,9%
Ammortamenti e Accantonamenti (esclusi contributi e strade regionali)	-805,46	-722,27	-83,18	-11,5%
<b>Totale Ammortamenti e Accantonamenti</b>	<b>-168,23</b>	<b>-142,55</b>	<b>-25,68</b>	<b>-18,0%</b>

(\*) La voce accoglie anche le Spese per consulenze su commesse estere pari a €/migliaia 100,95 e altre consulenze pari €/migliaia a 35,36

Figura 53: Bilancio anno 2012 ANAS S.p.A

### 2.3.2.2. Inghilterra

La rete stradale dell'Inghilterra, nel 2012 era stimata in una lunghezza pari a 245,4 miliardi di miglia, cioè 394,85 miliardi di chilometri.

La gestione e manutenzione di questa rete, come si vedrà, viene effettuata da diverse amministrazioni, organizzazioni ed enti. I principali obblighi di queste organizzazioni possono essere riassunte in:

- Manutenzione ordinaria.  
Riparazione di degradi pericolosi, rimozione di detriti e rifiuti, trattamento di ghiaccio e neve, pulizia e sostituzione dei segnali...
- Rinnovamento stradale.  
Comprende la creazione di nuove superfici stradali e altre opere stradali, come marciapiedi, piste ciclabili.
- Rinnovamento strutturale.  
Riparazione e ricostruzione di ponti, sottopassi e gallerie
- Costruzione di nuove strade (nel caso in cui sia necessario).

In riferimento alla manutenzione stradale, si sono definiti diversi tipi di interventi e di trattamenti sulla pavimentazione. Tra quelli possibili, il più comunemente effettuato è stato il rifacimento dello strato superficiale.

Nella seguente immagine si può vedere in maniera grafica la distribuzione dei principali trattamenti sui diversi tipi di strada.

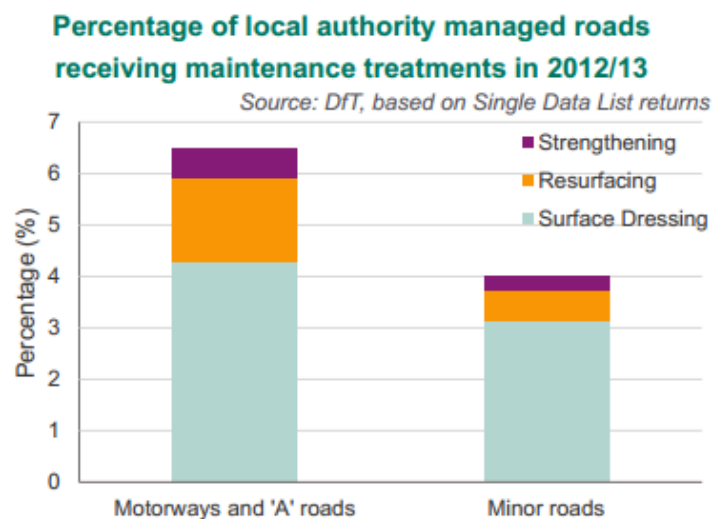


Figura 54: Ripartizione tra le differenti classi stradale dei principali interventi manutentivi.

Nello stesso anno, per la realizzazione di tutti questi interventi si è speso un totale di 3,5 miliardi di sterline (cioè 4,385 miliardi di euro).

Questo importo si può suddividere nelle seguenti voci di spesa:

- £ 1,8 miliardi (2.255 miliardi di euro) sono stati spesi per il mantenimento delle strade secondarie degli enti locali
- £ 1.0 miliardi (1.253 miliardi di euro) sono stati spesi per strade di tipo A e autostrade degli enti locali
- £ 0,7 miliardi (0.877 miliardi di euro) sono stati spesi per autostrade e strade principali di tipo A

Circa il 60 per cento della somma spesa per ogni tipo di strada è stata destinata a trattamenti strutturali, mentre il resto è stato speso nella manutenzione ordinaria e in altri trattamenti manutentivi.

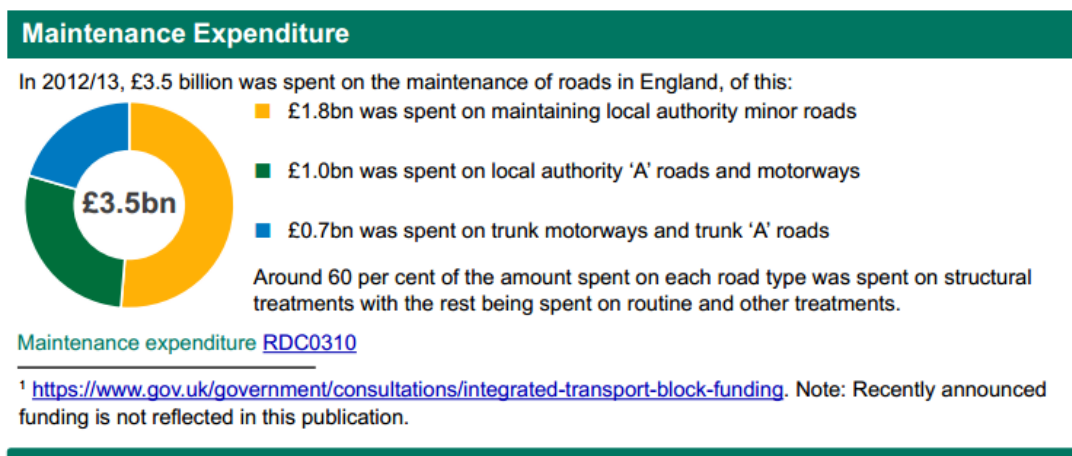


Figura 55: Ripartizione per categoria stradale dei fondi per la manutenzione

### 2.3.2.2.1 Classificazione della rete stradale

Per parlare della classificazione della rete stradale si deve far ricorso alla "Guidance on Road Classification and the Primary Route Network" fornita dal Department of Transport (DfT) in cui vengono raccolti i principi per la classificazione e la definizione delle stesse.

Secondo questo documento la rete stradale dell'Inghilterra viene classificata nelle seguente categorie:

- **A Roads**  
Strade principali che forniscono un servizio di trasporto a lunga distanza

- B Roads  
Strade pensate per il collegamento tra aree differenti e alimentate da traffico proveniente da strade di tipo A e da strade minori.
- Classified unnumbered  
Appartengono a questa categoria quelle strade che appartenendo alla classificazione generale non sono numerati a livello nazionale. Questo consente agli enti locali di creare le proprie denominazioni locali. L'approccio più comune è quello di utilizzare la lettera C come denominazioni e tali strade sono spesso indicati come C Roads. Questa tipologia stradale ha il ruolo di 'strade secondarie' collegando le strade di categoria minore C con le strade di tipo A e B.
- Non classificati  
Sono conosciute generalmente come U roads. Vengono destinati alla circolazione locale rappresentando la maggioranza della rete stradale (circa il 60%).

In questa classificazione si deve evidenziare che le autostrade non rientrano in nessuna classificazione perché formano da sole una propria categoria.

Di questo documento si deve evidenziare anche la ulteriore classificazione che si fa della rete stradale in:

- Rete stradale primaria (Primary Route Network; PRN)  
La PRN raccoglie tutte quelle strade che collegano le principali città lungo tutto il Regno Unito e anche i principali porti e aeroporti. L'autorità incaricata della loro gestione è la Highways Agency però la responsabilità della rete si divide tra il Department for Transport (DfT), che è il responsabile della costruzione e manutenzione della PRN, e le diverse autorità locali ("*local highway authorities*") responsabili del collegamento delle principali destinazioni con altre strade primarie.
- Rete stradale strategica (Strategic Road Network; SRN)  
Questa rete, nonostante sia di proprietà del segretario di stato per il trasporto, viene gestita dalla Highways Agency (HA). Questa particolarità, la rende l'unico sistema stradale dell'Inghilterra che viene definita per il proprietario legale. Si deve evidenziare, che tutto questo sistema stradale fa parte della PRN.

Nella seguente tabella si può vedere in un grafico la distribuzione della rete stradale nelle sue categorie e la loro evoluzione in un arco temporale di dieci anni. Si forniscono i dati del 2012 (dati disponibili più recenti alla data di redazione).

### Road length by road type in Great Britain, 2012 and 2002

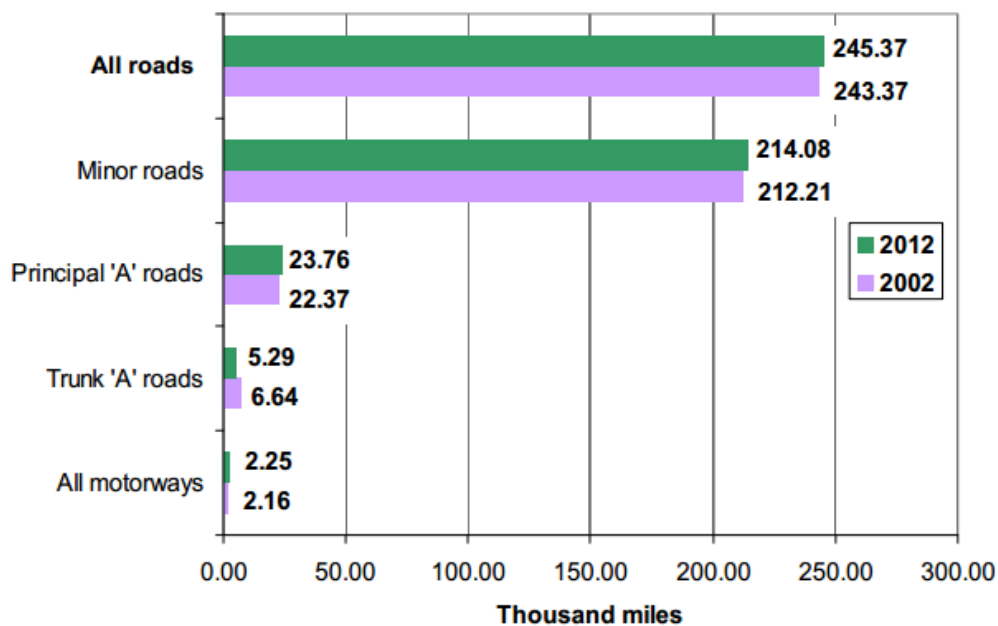


Figura 56: Distribuzione della rete stradale per categorie nel 2002 e 2012

Si deve evidenziare che in questa figura le autostrade e le strade di tipo A sono state raggruppate in "major roads". Questo gruppo viene poi suddiviso in due sottogruppi in funzione di chi gestisce la manutenzione che sono le "trunk roads" gestite dall'amministrazione centrale, e le "principal roads" che sono gestite dalle autorità locali.

Le altre categorie stradali, cioè le strade tipo B, C e U sono indicate nella figura come "minor roads".

Dall'analisi della figura si può dedurre che la maggioranza della rete stradale è gestita dalle autorità locali, fatto che influenza tutto il sistema di gestione della manutenzione.

#### 2.3.2.2.2 Gestione della manutenzione stradale

Come si accennava nella introduzione la gestione della manutenzione stradale viene effettuata per diverse agenzie e organismi che possono essere raggruppati in tre gruppi principali:

- *The Highway Agency (HA)*  
Responsabile della gestione, manutenzione e miglioramento della rete stradale strategica, (Strategic Road Network, SRN)
- *Transport for London (TfL)*  
Responsabile della manutenzione della Transport for London Road Network (TLRN) che consiste in circa il 5% del complesso stradale di Londra

– *Local Authorities*

Responsabili della manutenzione delle strade che sono all'interno dei loro confini. Queste strade rappresentano il 97 per cento delle strade di proprietà pubblica in Inghilterra.

Per poter fornire una visione globale della gestione della manutenzione dell'Inghilterra si centerà il discorso in una serie di documenti, impiegati a livello nazionale, ma che servono anche come linee guide e punti di riferimento per lo sviluppo della politica di manutenzione nelle autorità di minore grado.

Di questi documenti, il primo che si deve evidenziare è il:

UKPMS (United Kingdom Pavement Management System)

L'UKPMS (United Kingdom Pavement Management System) è lo standard nazionale per i sistemi di gestione per la valutazione della rete stradale locale, per la pianificazione degli investimenti e per la manutenzione delle stesse strade.

Lo scopo primario dell'UKPMS è quello di assistere le autorità locali nella pianificazione della manutenzione della loro rete stradale attraverso la raccolta sistematica e l'analisi dei dati relativi allo stato della pavimentazione.

Questo modo di procedere è raccomandato come buona pratica ed è una componente essenziale per avere un efficace regime di Asset Management.

In generale, tutti i sistemi di PMS sono costituiti da una rappresentazione della rete stradale divisa in diversi tratti geo-referenziati in modo univoco sulla quale si può individuare tutta una serie di dati tra i quali sono compresi anche quelli relativi allo stato della pavimentazione.

Per ogni sezione della rete stradale è possibile individuare un intervento migliorativo potenziale, sulla base dei dati relativi allo stato in cui si trova la pavimentazione stradale.

Questi interventi possono essere classificati per:

- Condizione
- Convenienza economica a lungo termine

Dal momento che l'UKPMS è un insieme di standard nazionali, esso permette che i diversi sistemi di gestione della manutenzione impiegati dai diversi enti locali siano coerenti tra loro.

Questa è la ragione principale per cui il Department for Transport (DfT) richiede l'impiego dell'UKPMS per la determinazione degli indicatori nazionali relativi alla condizione delle strade locali.

Questi indicatori sono:



- NI168: *Principal roads where maintenance should be considered*
- NI169: *Non-principal classified roads where maintenance should be considered*

Allo stesso modo, l'UKPMS è necessario anche per gli indicatori di performance dei diversi stati che costituiscono il Regno Unito come sono il THS/012 (*Condition of Welsh Roads*) in Galles o il SRMCS PI in Scozia.

Per tutti questi motivi l'UKPMS svolge un ruolo fondamentale come sostegno dei diversi *Local Performance Frameworks*.

Si deve notare che l'UKPMS non è un sistema di gestione della manutenzione vero e proprio sebbene, come si indicato prima, l'UKPMS sia una serie di standard che forniscono precisazioni per tutte quelle funzioni dei diversi PMS in cui sono richiesti criteri di coerenza e possibilità di comparazione a livello nazionale.

Pertanto, i fornitori di sistemi commerciali di PMS devono integrare nei loro sistemi gli aspetti chiave dell'UKPMS.

Per garantire questa possibilità di comparazione tra i diversi sistemi, nel 2005, è stato introdotto l'Annual Health Check test che fornisce la garanzia che i diversi sistemi soddisfino i requisiti dell'UKPMS.

Uno dei vantaggi principali di questo sistema è che gli enti locali sono liberi di scegliere il sistema di gestione più adattato ai loro bisogni con la certezza che i settori e parti dove sono richieste coerenza e comparabilità sono coperti per il processo dell'UKPMS.

Nella configurazione dell'UKPMS è fondamentale la definizione di "*Rule Set*".

Il *Rule Set* è un insieme autonomo di regole, parametri e dati che consente agli utenti di applicare nel trattamento dei dati sia le norme nazionali che quelle locali.

Questi insieme di regole vengono rilasciate dall'UKPMS Contractor Service annualmente per soddisfare le esigenze e tempi sia per i rapporti nazionali che per l'Annual Health Check.

Una volta definite le principali caratteristiche che l'UKPMS deve avere, occorre definire la prova che deve soddisfare per poter essere utilizzato dai diversi enti locali.

Per l'accreditazione del sistema, la prova a cui viene sottoposto, viene organizzata in tre "*tranches*" di funzionalità e si avrà l'accreditazione solo nel caso di superamento positivo del test relativo ad ogni "*tranche*".

Le differenti "*tranches*" sono:

- La prima è quella relativa ai requisiti per impostare un data base UKPMS.
- La seconda introduce la funzionalità di analisi dei dissesti e fornisce raccomandazioni per l'intervento
- La terza aggiunge alla seconda funzionalità specifiche

Nello specifico, per quanto riguarda solo alla manutenzione stradale il ruolo chiave che l'UKPMS ha sulla stessa viene riassunto nel **Well Maintained Highways: Code of practice for Highway maintenance management**.

Nel codice si fornisce una guida per la pianificazione e la gestione strategica della manutenzione stradale ai fini di applicare un intervento migliorativo che fornisca la performance migliore.

lo scopo di questo codice é pertanto incoraggiare alle autorità incaricate all'adozione delle migliori pratiche nell'ambito della manutenzione stradale all'interno di un nuovo contesto di asset management ma senza dimenticare le necessità di flessibilità di cui hanno bisogno gli enti locali per adattarsi alle esigenze dei loro utenti e delle loro comunità. Dovuto a questo, il codice dovrà essere impiegato dalle diverse autorità locali come punto di riferimento per lo sviluppo e la revisione della loro politica in materia di gestione della manutenzione stradale.

I diversi obiettivi del codice sono:

- Incoraggiare l'adozione di piani di asset management come mezzi per il risparmio di soldi nella manutenzione stradale.
- Incoraggiare lo sviluppo, l'adozione e la revisione delle politiche per la manutenzione stradale.
- Favorire un focus delle esigenze degli utenti e della comunità
- Favorire l'armonizzazione delle pratiche e delle norme di manutenzione stradale
- Favorire l'adozione di un approccio efficace e coerente per la raccolta, l'elaborazione e la registrazione di un inventario stradale delle strade, e della loro condizione.
- Incoraggiare l'adozione e la revisione regolare di un regime di gestione del rischio per la determinazione degli standard tecnici e operativi, per la sistemazione dei dissesti e per la prioritizzazione degli investimenti.
- Favorire l'innovazione.

Nonostante, questo codice fornisca solo aiuto, un consiglio e delle raccomandazioni in un campo specifico della manutenzione stradale, per fornire una visione integrata delle buone pratiche per la gestione dell'insieme della infrastruttura stradale nel suo complesso a questo codice dobbiamo aggiungere il *Code of Practice for Road Lighting*, *Code of Practice for the Management of Highway Structures* e il *Framework for Highway Asset Management*.

Il concetto di *Asset Management* viene riassunto non soltanto in questo documento, ma anche nel *Government Guidance* che incoraggia le diverse autorità ad elaborare un *Transport Asset Management Plans (TAMPs)* come preparazione alla seconda fase dei *Local Transport Plans (LTP)*.

Nella seguente figura si può osservare la struttura gerarchica dei diversi documenti impiegati per la redazione dei piani di gestione della manutenzione stradale.

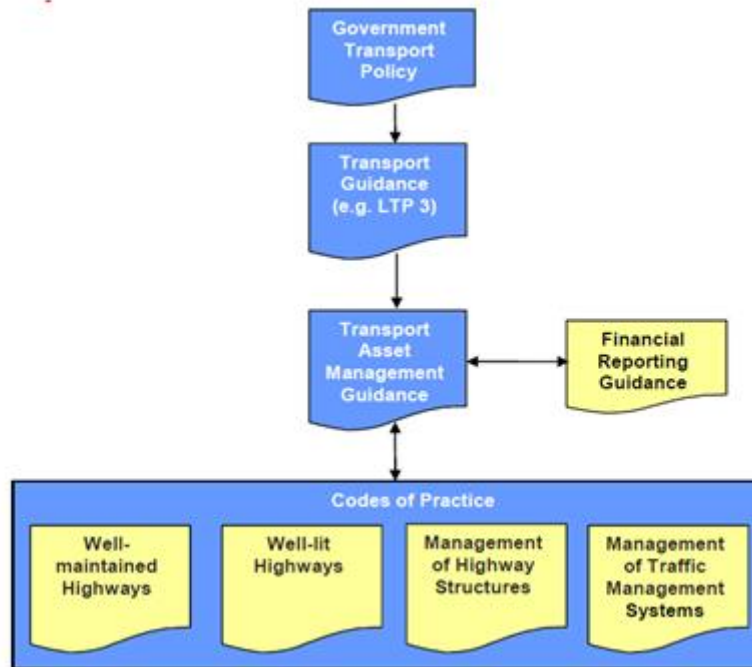


Figura 57: Gerarchica delle normative relative all'ambito della manutenzione stradale

Lo scopo principale della manutenzione stradale è quello di mantenere la rete autostradale in buone condizioni per garantire una circolazione sicura e conveniente di persone e merci. Pertanto, gli obiettivi principali della manutenzione stradale sono quelli di fornire una rete sicura, funzionale e sostenibile.

Questi obiettivi sono stati stabiliti nell'edizione 2001 di questo codice e sono:

#### Network Safety

- Rispetto dei obblighi legali
- Raggiungere l'obbiettivo di sicurezza per gli utenti

#### Network Serviceability

- Assicurare l'accessibilità
- Garantire l'integrità
- Mantenere l'affidabilità
- Migliorare le condizioni

### Network Sustainability

- Minimizzazione dei costi nel tempo
- Massimizzare il valore per la comunità
- Massimizzare la sostenibilità ambientale

Ciascuno di questi obiettivi fondamentali è ugualmente rilevante per le funzioni di asset management e per l'obbligo legale di gestione della rete.

Oltre ad questo obbligo generale di diligenza, ci sono anche tutta una serie di articoli specifici della normativa che forniscono la base per i poteri e i doveri concernenti la manutenzione autostradale.

Nella definizione della strategia di manutenzione stradale, in primo luogo si deve evidenziare che questa dipende dalla comprensione del rapporto tra i principali documenti che la regolano, cioè la relazione tra:

- le strategie politiche tra le quali viene incluso la seconda fase dei *Local Transport Plans* (LTPs)
- gli aspetti strategici della manutenzione coerenti con la documentazione guida come per esempio il *CSS Framework for Asset Management*
- gli aspetti operativi della manutenzione

La strategia di manutenzione stradale dovrebbe essere basata su un approccio logico in conformità con i principi di "best value"<sup>2</sup> e di miglioramento continuo, finalizzata ad ottimizzare il contributo del servizio offerto dall'infrastruttura.

I principi in base ai quali questa strategia deve essere sviluppata sono:

- Adempiere agli obblighi legali delle autorità
- essere sensibili ai bisogni degli utenti e della comunità
- contribuire alla gestione efficace della rete stradale e mantenere il suo valore
- supportare l'effettivo adempimento dell'obbligo legale di gestione della rete stradale
- sostenere e aggiungere valore agli obiettivi di trasporto locale

---

<sup>2</sup> Nel 2000, il governo ha stabilito un obbligo di "best value" per le diverse autorità locali dell'Inghilterra e del Galles, stabilendo obiettivi a raggiungere, per quanto riguarda il finanziamento, la fornitura e la gestione di tutti i loro servizi.

- sostenere e aggiungere valore agli obiettivi di politica aziendale

Questi principi devono sostenere e favorire gli obiettivi fondamentali del codice prima suddetti, anche se successivamente devono essere integrati in un nuovo obiettivo generale di "customer service".

Nella figura successiva si può vedere l'interazione tra le varie parti prima descritte.

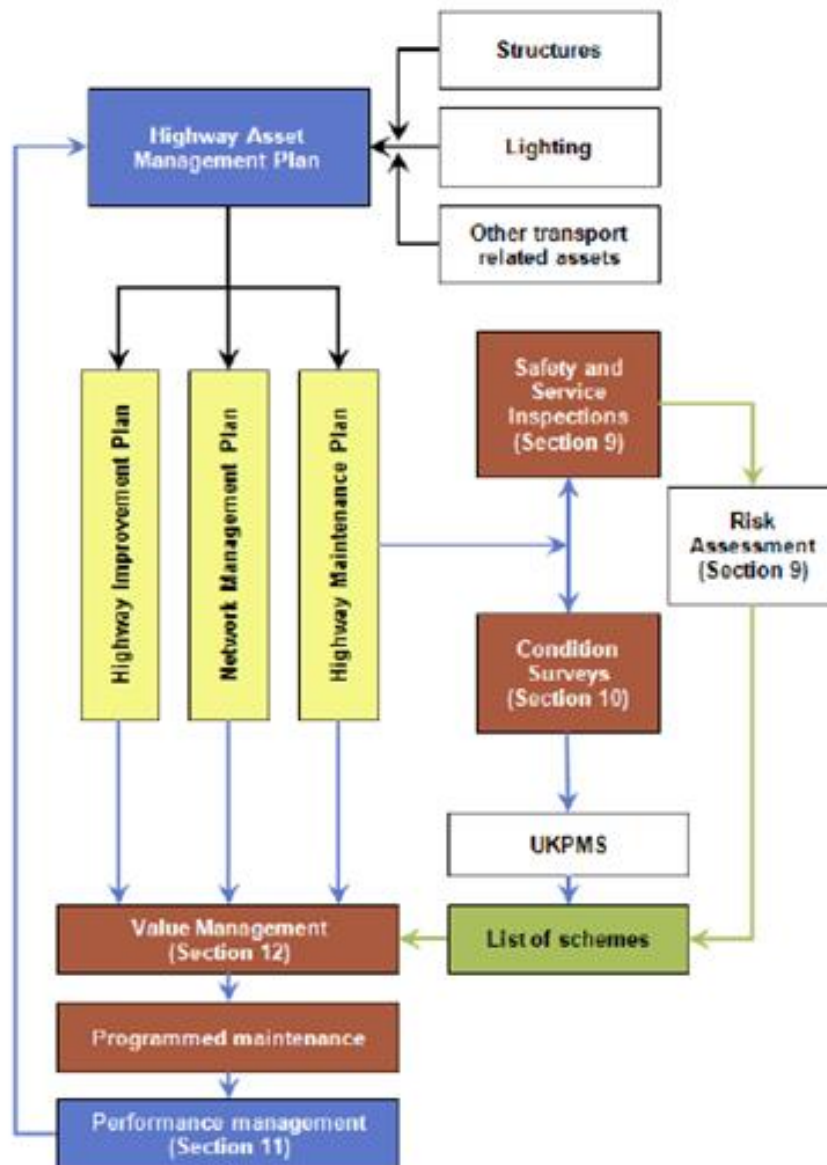


Figura 58: Componenti della strategia della manutenzione

Le componenti fondamentali su cui una strategia di manutenzione stradale dovrebbe essere fondata sono:

**Un quadro chiaro dei livelli di servizio legati agli obiettivi fondamentali del Codice.**

**Un inventario dettagliato di tutti i componenti che devono essere mantenuti.**

L'inventario della rete è la parte fondamentale su cui viene impostata la gestione della rete e, quando si analizza in combinazione con altri dati, fornisce le informazioni necessarie all'elaborazione delle varie decisioni.

Per avere questo inventario sempre aggiornato si fa ricorso all'obbligo di presentare informazioni, riguardanti alle lunghezze di strada mantenute aggiornati ogni anno per poi essere utilizzate nelle formule di calcolo per il finanziamento.

Avere questo inventario è anche un prerequisito per stabilire il costo effettivo e lo stato della manutenzione.

**Una gerarchia per tutti gli elementi della rete.**

Una rete gerarchizzata è il punto di partenza per una strategia di manutenzione coerente, costante e monitorabile.

Sarebbe auspicabile l'adozione di obblighi di gestione della rete e di requisiti per la gestione della manutenzione basati, entrambi, su una classificazione funzionale delle strade.

All'interno di questo codice, la classificazione è il legame tra la politica di manutenzione e la sua implementazione, ma può anche essere una considerazione al momento di definire gli standard per la progettazione e per le strade di nuova costruzione.

È anche importante che le classificazioni usate siano dinamiche e con la possibilità di essere modificate regolarmente, in modo di riflettere i cambiamenti nelle caratteristiche e nelle funzionalità della rete, così che le politiche di manutenzione riflettano la situazione attuale, e non l'uso previsto al momento di definizione della classificazione.

Nella seguente tabella viene fornito il punto di partenza in base a cui sviluppare le diverse classificazioni locali.

Table 1 – Carriageway Hierarchy			
Category	Hierarchy Description	Type of Road General Description	Description
1	Motorway	Limited access motorway regulations apply	Routes for fast moving long distance traffic. Fully grade separated and restrictions on use.
2	Strategic Route	Trunk and some Principal 'A' roads between Primary Destinations	Routes for fast moving long distance traffic with little frontage access or pedestrian traffic. Speed limits are usually in excess of 40 mph and there are few junctions. Pedestrian crossings are either segregated or controlled and parked vehicles are generally prohibited.
3a	Main Distributor	Major Urban Network and Inter-Primary Links. Short - medium distance traffic	Routes between Strategic Routes and linking urban centres to the strategic network with limited frontage access. In urban areas speed limits are usually 40 mph or less, parking is restricted at peak times and there are positive measures for pedestrian safety.
3b	Secondary Distributor	Classified Road (B and C class) and unclassified urban bus routes carrying local traffic with frontage access and frequent junctions	In rural areas these roads link the larger villages and HGV generators to the Strategic and Main Distributor Network. In built up areas these roads have 30 mph speed limits and very high levels of pedestrian activity with some crossing facilities including zebra crossings. On-street parking is generally unrestricted except for safety reasons
4a	Link Road	Roads linking between the Main and Secondary Distributor Network with frontage access and frequent junctions	In rural areas these roads link the smaller villages to the distributor roads. They are of varying width and not always capable of carrying two way traffic. In urban areas they are residential or industrial interconnecting roads with 30 mph speed limits random pedestrian movements and uncontrolled parking
4b	Local Access Road	Roads serving limited numbers of properties carrying only access traffic	In rural areas these roads serve small settlements and provide access to individual properties and land. They are often only single lane width and unsuitable for HGVs. In urban areas they are often residential loop roads or cul-de-sacs.

Figura 59: Gerarchia delle strade

Ciascuna di queste componenti fondamentali deve essere completa e robusta, ma deve essere anche dinamica e soggetta a revisioni e processi di aggiornamento regolari. Per essere efficaci, queste componenti chiave devono essere completate dai seguenti elementi:

- Un sistema di gestione per il controllo, la registrazione, l'analisi, la classificazione e la programmazione dei lavori di manutenzione.
- Una strategia di gestione del rischio.
- Accordi di finanziamento conformi ai principi di sostenibilità e "best value".
- Una modalità di monitoraggio, revisione e aggiornamento, se fosse necessario, per ogni componente della strategia.

Sulla base di questa struttura generale, le autorità devono progettare un HMMS secondo le loro particolari esigenze e responsabilità, le modalità di aggiudicazione degli appalti e altri fattori particolari.

Proseguiamo trattando della manutenzione in senso vero e proprio, pertanto si parlerà dei differenti tipi di manutenzione e le sue categorie.

I principali tipi di manutenzione stradale sono:

- Reattiva.  
Per rispondere alle ispezioni, denunce o emergenze
- Ordinaria.  
Programmata in modo coerente e regolare
- Programmata.  
Schemi flessibili previsti principalmente per ripavimentazioni, riabilitazione o ricostruzione
- Regolare.  
Per il controllo e l'effettuazione delle attività da parte di altri. Di solito viene effettuata dal Traffic Manager nell'ambito del nuovo obbligo di legge per la gestione della rete
- Servizio invernale.
- Per emergenze meteorologiche e per altre cause.

All'interno di ciascuna delle suddette tipologie ci sono varie categorie di manutenzione associate. Ciascuna di queste, contribuisce in misura diversa agli obiettivi di sicurezza, servizio e sostenibilità.

Queste categorie sono raccolti nella sezione 8.13 "*Maintenance Category*" del suddetto documento.

La creazione di un regime efficace di controllo, valutazione e registrazione è la componente più importante per la manutenzione stradale.

Questo regime dovrebbe fornire le informazioni di base per affrontare gli obiettivi fondamentali esposti prima e nel rispetto ai principi di garanzia della qualità, tutti gli elementi del regime dovrebbero essere applicati in modo coerente e sistematico.

Il regime dovrebbe essere sviluppato sulla base di una valutazione dei rischi e dovrebbe fornire anche un approccio pratico e ragionevole per i rischi e le potenziali conseguenze identificate.

Per determinare la frequenza delle ispezioni, principalmente si utilizza la combinazione tra la categoria a cui appartiene la strada all'interno della classificazione e il volume di traffico, anche altri fattori come l'incidentalità, lo storico delle ispezioni oppure le caratteristiche degli elementi di rete adiacenti devono essere presi in considerazione per decidere se si deve aumentare o ridurre la frequenza delle ispezioni.



Nel regime vengono definiti varie categorie di ispezione:

### **Ispezioni di sicurezza**

Ispezioni progettate per individuare tutti i difetti che possono creare pericoli o gravi disagi per gli utenti della rete e per la comunità nel suo complesso.

I parametri che devono essere specificati sono:

- frequenza delle ispezioni
- oggetti da ispezionare
- grado di deficit
- natura dell'intervento

Durante le ispezioni di sicurezza, tutti i difetti osservati che forniscono un rischio per gli utenti devono essere registrati e il livello di intervento deve essere determinato automaticamente sulla base della valutazione del rischio che essi creano.

Il grado di carenza degli elementi stradali sarà cruciale per determinare la natura e velocità di intervento.

Per determinare la natura del dissesto in questo codice si definiscono due categorie:

- Categoria 1.  
Tutti quelli che richiedono immediata attenzione perché rappresentano un pericolo immediato o imminente o perché c'è un rischio di deterioramento strutturale a breve termine.
- Categoria 2.  
Sono tutti gli altri difetti e, dopo un'analisi del rischio si determina se non rappresentano un pericolo immediato o imminente oppure un rischio di deterioramento strutturale a breve termine.

I difetti della Categoria 1 devono essere corretti o almeno messi in sicurezza al momento dell'ispezione, se è ragionevolmente possibile. In caso non sia possibile, le riparazioni saranno di natura permanente o temporanea e devono essere effettuate il più presto possibile, comunque entro un periodo di 24 ore .

Invece con i dissesti di categoria 2 non è necessario intervenire con urgenza e, quelli per i quali sono richieste riparazioni, gli interventi sono fatti all'interno di un programma di lavoro pianificato, con le priorità determinate dalla valutazione del rischio.

Le priorità si possono classificare in alta (H), media (M) e bassa (L) e, in base a questa classificazione, le autorità dovrebbero adottare una serie diversa di tempi di intervento.

### **Ispezioni di servizio**

Comprendono principalmente ispezioni più dettagliate, adattate ai requisiti degli elementi stradali particolari, in modo da assicurare che questi soddisfino le esigenze di servizio.

Sono ispezioni opzionali che dipendono dal regime di asset management che si è adottato. Questa tipologia di ispezioni non è obbligatoria ma è un elemento chiave per assicurare che vengano soddisfatti i livelli di servizio definiti all'interno dell'HAMP (*Highway Asset Management Plan*).

La valutazione del rischio per le ispezioni di servizio viene trattata in modo diverso dalle ispezioni di sicurezza. Per quanto riguarda i dissesti relativi alla sicurezza, la valutazione del rischio si basa esclusivamente sull'aspetto della sicurezza e i difetti devono essere eliminati in conformità con i tempi definiti prima, a seconda della loro rilevanza.

Invece i difetti legati ai livelli di servizio riguardano principalmente l'affidabilità, l'integrità e la capacità della rete di soddisfare le esigenze degli utenti. I rischi devono essere pertanto valutati con riferimento al HAMP (*Highway Asset Management Plan*) tenendo in debito conto le norme, le priorità relative e il budget disponibile.

Nel caso particolare delle ispezioni di servizio per le carreggiate, i marciapiedi e le piste ciclabili, la frequenza di ispezione deve essere determinata dalla competente autorità a seconda delle caratteristiche e dei requisiti particolari dei loro utenti e della comunità, con rispetto dei livelli di servizio, dal momento che non esiste una raccomandazione specifica circa la frequenza ottima.

Le ispezioni possono essere effettuate separatamente o in combinazione con le ispezioni di sicurezza e alcuni aspetti possono essere incorporati come parte di altri controlli visivi, come la CVI (*Coarse Visual Inspection*) o DVI (*Detailed Visual Inspection*) per l'UKPMS

### **Sondaggi sulle condizioni**

Le autorità devono raccogliere informazioni sulla natura e sulla gravità del degrado al fine di determinare l'intervento migliorativo più appropriato.

Per soddisfare questa necessità, sono stati introdotti questi sondaggi sulle condizioni, la cui funzione principale è quella di identificare la condizione attuale della rete stradale e identificare le carenze che possono compromettere le prestazioni e il livello di servizio a lungo termine tratta tese non si interviene in tempo.

Grazie a questa identificazione, possono essere prese le decisioni di finanziamento sia a lungo che a breve termine.

Questo tipo di ispezione può essere sostanzialmente suddivisa a seconda del suo campo di applicazione, viene ripartita in livello di rete e in livello di progetto.

A livello di rete le indagini includono:

- SCANNER (*"Surface Condition Assessment of the National Network of Roads"*).  
Sono indagini a velocità di traffico che raccolgono dati sui profili trasversali e longitudinali, portanza e fessurazione.  
A causa della velocità di rilevazione dei dati e della capacità di elaborare in tempo reale le informazioni sulle condizioni stradali, queste indagini permettono di fornire informazioni affidabili e ripetibili per la valutazione delle condizioni della pavimentazione.
- CVI (*"Coarse Visual Inspections"*).  
È un tipo di sondaggio effettuato da un veicolo a movimento lento, che in alcuni casi può essere completato con l'aggiunta di una macchina che misura la profondità delle ormaie.  
Questa ispezione sarà sostituita dallo SCANNER nelle strade in cui il suo utilizzo sia praticamente impossibile. Allo stato attuale il CVI rimane ancora un'indagine veloce, con un buon rapporto costo-efficacia che permette alle autorità di coprire gran parte della loro rete stradale su una base regolare.  
Nell'UKPMS User Manual volume 2 capitolo 7 viene raccolto tutta la normativa, definizione e specificazione relative.
- SCRIM o Grip Tester (resistenza allo slittamento).  
È la Highway Agency (HA) che si occupa della definizione e revisione dei standard di resistenza allo slittamento.  
A causa della grande importanza che il mantenimento dei livelli di resistenza allo slittamento hanno sulla sicurezza della rete, le autorità devono nominare un membro del personale come responsabile per l'esecuzione di indagini in sito e la definizione e revisione dei loro valori.  
Per determinare i livelli della rete per questo parametro, si deve scegliere tra diversi metodi e apparecchiature.  
Le autorità devono scegliere tra i seguenti metodi:
  - il metodo tradizionale, il *Mean Summer SCRIM co-efficient (MSSC)*, che testa un terzo della rete tre volte all'anno
  - *l'Annual Survey with Benchmark Method*, che testa tutta la rete una volta all'anno con siti di riferimento che sono testati tre volte all'anno
  - *l'Annual Survey Method* che testa tutta la rete una volta all'anno

mentre le apparecchiature disponibili per la realizzazione delle prove sono:

- SCRIM
- Grip Tester

Tutti i siti in cui la resistenza allo slittamento è pari o inferiore al livello di soglia, devono essere esaminati non appena possibile.

– DVI ("Detailed Visual Surveys").

Questo tipo di ispezioni sono realizzate generalmente per carreggiate e marciapiedi e vengono utilizzate per fornire un'informazione più specifica e dettagliata completando l'informazione della CVI.

SCANNER e CVI vengono utilizzate per effettuare indagini più dettagliate dei trattamenti provvisori, utilizzando indagini più dettagliate a livello di progetto.

Le indagini suddette possono essere integrate con indagini a livello di progetto.

La loro natura dipenderà dalle circostanze particolari di ogni caso, ma generalmente questo tipo di indagini si basa su i seguenti strumenti:

- Deflettometro
- FWD (Deflectometro a massa battente)
- GPR (Radar di Penetrazione del Suolo)

Le linee guida per ciascuna categoria di ispezione vengono fornite nel codice ma questo può essere modificato dalle autorità in modo da attarsi alle particolari circostanze locali e ai relativi rischi e conseguenze ad esse associati.

Definito il modo in cui si devono identificare i dissesti, proseguiamo con il discorso su come vengono valutati i rischi generati da tali difetti.

I principi su cui si basa il sistema di valutazione del rischio per l'applicazione delle ispezioni di sicurezza sono:

### **Identificazione dei rischi**

Un elemento della rete per il quale il livello di difetto ammissibile viene raggiunto o superato deve essere automaticamente identificato come un rischio.

### **Valutazione del Rischio**

Tutti i rischi identificati attraverso la fase precedente devono essere valutati sulla base della loro importanza, cioè occorre determinare la probabilità che il rischio si verifichi e la sua entità.

#### Conseguenze del rischio

L'entità del rischio è quantificata valutando i danni che possono essere causati qualora il rischio accada, cioè nel momento in cui si verifica il rischio.

Deve essere quantificata in base ad una scala dove la prima classe ha valore 1 e l'ultima 4, con le seguenti categorie:

- poco impatto o trascurabile

- impatto basso o minore
- impatto notevole
- impatto di grande importanza o grave

### Probabilità di rischio

La probabilità viene quantificata attraverso la valutazione della probabilità che hanno gli utenti di incontrare una situazione di rischio.

Deve essere quantificata su una scala dove la prima classe ha valore 1 e l'ultima 4, con le seguenti categorie:

- probabilità molto bassa
- bassa probabilità
- media probabilità
- alta probabilità

### **Fattore di rischio**

Il fattore di rischio per un particolare rischio è il prodotto delle conseguenze del rischio e della sua probabilità di accadimento, pertanto avrà un valore compreso nell'intervallo da 1 a 16.

Questo fattore identifica il valore complessivo di rischio e quindi permette di determinare l'adeguatezza della velocità di intervento per porre rimedio al difetto.

Nella seguente tabella si può vedere come viene definito, per ogni probabilità e conseguenza, il fattore di rischio associato e la sua corrispondenza con le differenti velocità di intervento.

Questa velocità di risposta si classifica in due categorie, come categoria di risposta 1 o 2 (definite prima).

Table 5 – Risk Matrix				
Probability →Impact↓	Very low (1)	Low (2)	Medium (3)	High (4)
Negligible (1)	1	2	3	4
Low (2)	2	4	6	8
Noticeable (3)	3	6	9	12
High (4)	4	8	12	16
Response Category	Category 2(L) response	Category 2(M) response	Category 2(H) response	Category 1 response

Figura 60: Matrice per la identificazione dei rischi

Come si è detto prima, l'UKPMS necessita di tutta una serie di dati e informazioni, soprattutto di quelli riguardanti lo stato della pavimentazione. Pertanto per l'UKPMS occorre avere a disposizione tutti i dati forniti da SCANNER, CVI e DVI.

Tale scelta varia tra le diverse autorità, ma in tutti i casi si dovrebbero considerare i seguenti aspetti da raggiungere con l'UKPMS :

- produzione di BVPI (Best Value Performance Indicators) e altri indicatori
- produzione di dati per NRMCS (National Road Condition Surveys)
- informazioni sulla condizione della strada per sostenere i loro LTP
- sviluppo di un HAMP che includa:
  - identificazione locale e prioritizzazione degli interventi
  - impostazione del bilancio locale e identificazione delle necessità
  - indicatori di performance locali
  - informazioni che si possono confrontare con le altre normative

Uno dei principali vantaggi che fornisce l'utilizzo dell'UKPMS è la flessibilità nel tipo di informazione e il suo livello di dettaglio a cui occorre raccogliere i dati per il funzionamento del sistema.

Per l'applicazione dell'UKPMS ci sono tre possibili scenari. Ognuno di questi scenari ha associato un regime di controllo.

I tre scenari sono lo scenario 1 completo (full), il 2 migliorato (enhanced) e il 3 minimo (minimum).

Una volta definiti i regimi di ispezione e i sondaggi da realizzare le autorità dovrebbero definire gli standard per la condizione di ciascun elemento della rete che essi ritengono necessario per soddisfare i requisiti di sicurezza, manutenzione e sostenibilità.

Questi valori devono essere definiti attraverso analisi dei rischi in collaborazione con gli utenti e la comunità e, nel caso in cui non siano rispettati, si dovrebbero fissare obiettivi per il loro conseguimento e per il loro mantenimento a lungo termine.

Le autorità dovrebbero inserire nel loro sistema di manutenzione stradale standard nei seguenti ambiti:

- operativo
- gestione della programmazione e delle priorità
- materiali e trattamenti
- gestione degli appalti e dalla fornitura dei servizi
- gestione finanziaria

Come parte della strategia di asset management, ogni elemento della rete può avere standard differenti per riflettere la condizione.

È necessario sviluppare e implementare un sistema efficace per la programmazione e la prioritizzazione delle attività di manutenzione.

Questo presuppone che il livello di finanziamento sia sufficiente per avere l'opportunità di effettuare scelte efficaci. Nel caso, invece, in cui i livelli di finanziamento siano bassi e si abbia anche un numero elevato di dissesti, le autorità potranno solo effettuare lavori limitati in modo da soddisfare i loro obblighi legali e di sicurezza.

Le autorità devono stabilire, pertanto, un approccio che permetta loro di determinare le scelte più idonee.

Questo approccio deve essere parte di una strategia più ampia di asset management in modo da supportare le scelte, assegnando diversi livelli di priorità ai differenti livelli.

La definizione delle priorità inevitabilmente comporterà un processo iterativo, per poi rivedere il programma nel suo complesso, ripetendo il processo fino a quando non si ottiene il risultato soddisfacente.

Questi livelli non sono chiari, e pertanto è importante che l'*Highway Asset Management Plan (HAMP)* dimostri l'importanza della manutenzione stradale nel soddisfacimento degli obiettivi delle diverse autorità.

L'istituzione di un monitoraggio regolare e strutturato è un requisito fondamentale di qualsiasi regime di gestione e di un principio fondamentale del miglioramento continuo.

### **2.3.2.2.3 Finanziamento**

Il processo di pianificazione finanziaria, con un buon controllo del budget disponibile, è fondamentale per la gestione della manutenzione stradale, in quanto costituisce la base necessaria per assicurare i fondi necessari.

La pianificazione finanziaria permette assicurare che i fondi disponibili sono spesi in modo appropriato ed efficace nella manutenzione e l'aggiornamento degli attivi stradali.

All'interno delle diverse agenzie incaricate della manutenzione stradale ci sono tutta una serie di differenze per quanto riguarda all'origine del finanziamento, dei redditi e delle spese ma, ci sono diversi principi e fonti di risorse che sono comuni tra di loro.

Le fonti comuni di finanziamento sono:

- finanziamento specifico fornito dei LTP
- richieste di finanziamento al budget dei diversi programmi e obiettivi per il trasporto stradale relazionati diretta o indirettamente con la manutenzione stradale.
- Iniziative finanziarie private ( Private Finance Initiative; PFI)
- finanziamento proveniente da una combinazione di tasse comunale e di attività

- finanziamento proveniente da fornitori di servizi del settore privato, negoziate durante il processo di aggiudicazione dell'appalto
- finanziamento proveniente da sviluppatori privati, garantito come requisito per l'approvazione della pianificazione
- capitale proveniente da sponsorizzazione dei commerci locale

Questi fonti di finanziamento devono essere analizzate per assicurare che si sta raggiungendo il massimo finanziamento possibile.

Il HAMP deve presentare l'investimento in manutenzione stradale necessario per la conservazione dei obiettivi principali di sicurezza, di sostenibilità e di livello di servizio. Questo valore fornito deve coincidere con il valore dell'offerta di fondi che le autorità mettono a disposizione per questo fine, avendo così, un strumento molto utile per la gestione finanziaria della manutenzione.

Nell'obiettivo di sostenibilità si include un requisito di minimizzazione dei costi totale nel tempo. Questo requisito implica che tutta la rete stradale sia trattata come un attivo unico, con un valore definito e con la necessità di avere un regime per la gestione dei attivi.

Questo presuppone anche, che le autorità hanno la sufficiente flessibilità finanziaria per evitare la manutenzione reattiva e effettuare una manutenzione programmata e pro-attiva. Ma, le autorità generalmente non hanno i fondi sufficienti per la loro realizzazione e pertanto solo si effettua la manutenzione reattiva.

Il budget della manutenzione stradale deve essere previsto su un periodo di tre anni e deve essere incluso come parte del HAMP che dovrebbe essere sviluppato sulla base di informazioni oggettive e anche essere regolato in natura per aggiungere valore ad altri mezzi e obiettivi politici più ampi.



### 2.3.2.3 Germania

La rete stradale tedesca al momento ha un totale di circa 651.000 chilometri di strade con un valore lordo approssimato di 470 miliardi di euro.

Questo fa che sia una delle rete stradali più dense di tutto il mondo. Inoltre, questa rete ha anche un valore di traffico giornaliero molto elevato, nel 2001 aveva un valore medio pari a 46800 veicoli al giorno nelle strade federali, superandosi punti di più di 100000 veicoli al giorno in alcune zone.

Uno dei principali problemi di avere una rete stradale così grande è con tanto traffico è tutto ciò che riguarda alla loro manutenzione e conservazione per mantenere una rete stradale sempre funzionale.

Per questo motivo nel 2001 è stata introdotta una direttiva chiamata *Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen* "Direttiva di pianificazione dei interventi di manutenzione sulle pavimentazioni stradali" (RPE-Stra01) con la funzione di regolare la manutenzione stradale e i loro interventi.

Complementariamente a questa direttiva il ministero di trasporto tedesco, il *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur* (BMVI) con il supporto del *BundesKabinet* hanno sviluppato il *Bundesverkehrswegepläne* (BVWP).

Il BVWP si tratta di un piano dove vengono raccolti tutti i requisiti che si bisognano per la manutenzione della rete federale e i loro progetti di investimento fornendo la base per lo sviluppo ed espansione della rete stradale.

Si deve tener conto che il BVWP fornisce il contesto per la programmazione della manutenzione stradale però che non è un piano con carattere legale né finanziario e pertanto non sostituisce alle eventuali autorizzazioni pubbliche in questo ambito che possa effettuare il governo federale.

Nella redazione di questo piano, si deve mostrare al governo federale la necessità del progetto e la convenienza economico dello stesso per la loro approvazione e inclusione. Generalmente sono validi per un periodo che varia tra 10 e 15 anni essendo il piano attuale il del anno 2003. La validità di questo piano finisce il prossimo anno ed è già pronto il nuovo piano che avrà validità fino al 2030.

Per il finanziamento di questo sistema, si è creato un sistema di piani di investimenti chiamati *Investitionsrahmenplan für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes* (IRP) in cui si stabiliscono le priorità di inversione. Questi piani vengono calcolati sulla base della domanda in periodi di cinque anni.

Per comprovare il buon funzionamento del sistema nel suo complesso è stato creato anche per parte dal ministero un programma per la revisione periodica del andamento dei piani per comprovare se si stano raggiungendo gli obiettivi o no.

### 2.3.2.3.1 Classificazione della rete stradale

La rete stradale tedesca viene divisa in diverse categorie a seconda del loro proprietario e pertanto in funzione del ruolo che svolgono all'interno della proprio sistema stradale.

La classificazione viene effettuata nelle seguente categorie dove si va sempre di strade di maggiore prestazione che generalmente uniscono le differenti regione fino alle strade di prestazione minore però che forniscono una maggiore accessibilità al territorio.

Le categorie sono:

- Autobahn (Autostrade)
- Bundesstrassen (Strade federale)
- Landerstrassen (Strade statale)
- Kreisstrassen (Strade regionale)
- Gemeindestrassen (Strade locale)

Dovuto al fatto per cui ogni amministrazione è responsabile della manutenzione delle strade che possiede grazie a questa classificazione si può determinare già gli enti, amministrazione e agenzie incaricate della manutenzione stradale.

Le Landerstrassen sono responsabilità delle diverse amministrazione statali, cioè dei differenti stati che formano parte de la Germania.

Le Kreisstrassen sono generalmente responsabilità dei rispettive quartieri rurali (Landkreis) o dei quartieri urbani (Kreisfreie Stadt) con l'eccezione delle strade attraverso dei paesi e delle città. Le Gemeindestrassen sono invece responsabilità del comune o parrocchia (Gemeinde) oppure delle città (Stadt) per dove hanno percorso. Inoltre, è il governo federale, la amministrazione incaricata della costruzione e manutenzione del sistema stradale federale cioè della rete di Autobahn e di Bundesstrassen. Questa responsabilità viene definita nel articolo 90 del *Grundgesetz*, legge fondamentale che regola tutto quello relativo al trasporto stradale.

Adesso, nelle seguenti tabelle vengono riportati in dettaglio i dati chilometri della rete indicando la loro distribuzione nelle diverse categorie stradale, la loro evoluzione negli ultimi anni e la loro distribuzione nei differenti stati.

Tabella 16: Lunghezza della rete stradale tedesca classificata nelle loro classe

<b>Transport infrastructure in Germany (1 000 Kilometre)</b>					
Transport infrastructure	2009	2010	2011	2012	2013
Roads (other than local) on 1 January	231.0	231.0	230.8	230.7	230.5
Of which					
Autobahn system (motorways) on January	12.6	12.8	12.8	12.8	12.9
Federal roads on 1 January	40.2	39.9	39.7	39.7	39.6
Länder roads on 1 January	86.5	86.6	86.6	86.5	86.2
District roads on 1 January	91.6	91.7	91.7	91.7	91.8

### Transport – Roads of other than local transport

Regional breakdown	1 January 2013	
	Roads of other than local transport	incl. Autobahn system (motorways)
	km	
Baden-Württemberg	27,396	1,054
Bayern	41,869	2,514
Berlin	246	77
Brandenburg	12,314	794
Bremen	116	75
Hamburg	204	81
Hessen	16,114	975
Mecklenburg-Vorpommern	10,001	554
Niedersachsen	28,218	1,434
Nordrhein-Westfalen	29,570	2,216
Rheinland-Pfalz	18,400	877
Saarland	2,046	240
Sachsen	13,453	543
Sachsen-Anhalt	10,982	411
Schleswig-Holstein	9,887	536
Thüringen	9,701	498
<b>Germany</b>	<b>230,517</b>	<b>12,879</b>

Figura 61: Distribuzione regionale della rete locale tedesca

#### 2.3.2.3.2 Gestione della manutenzione stradale

Gli obiettivi principali della manutenzione stradale non sono altri che utilizzare le risorse previste in modo ottimale e di mantenere un livello di sicurezza elevato per il massimo tempo possibile.

Dovuto all'incremento del traffico negli ultimi anni, particolarmente il dei veicoli più pesanti, all'invecchiamento progressivo della rete stradale con il tempo e alla sempre insufficienza di risorse e mezzi finanziari per la gestione e manutenzione della rete stradale, la conservazione delle prestazioni della rete stradale sta diventando sempre più difficile così come gli obiettivi a raggiungere con la manutenzione.

Ci sono anche due condizioni al contorno, in aggiunta alle risorse finanziarie già de per se limitate, che non devono essere sottovalutate come problemi per il raggiungimento degli obiettivi.

La prima riguarda alle restrizioni del personale. Dovuto alla situazione economica degli ultimi anni quasi tutte le amministrazione incaricate delle strade hanno sofferto una riduzione del personale portando ad una situazione in cui una continua contrazione del contingente del personale deve gestire lo sforzo di manutenzione sempre in aumento.

La seconda condizione invece riguarda alle restrizioni di costruzione operative.

Lo sviluppo di questo tipo di costruzione può portare a notevoli interferenze con il flusso di traffico causando code che possono estendersi per diversi chilometri, in particolare sulle strade con elevato carico di traffico pesante.

Pertanto, l'unica soluzione per tutti questi problemi è una pianificazione ottimale della manutenzione per tutta la rete stradale sia a livello federale che locale, organizzata e coordinata per minimizzare gli effetti sul traffico, nonostante il crescente numero di operazione di manutenzione.

Per tutti questi motivi e con l'obiettivo di raggiungere una gestione sistematica della manutenzione stradale si hanno introdotto tutta una serie di direttive di pianificazione per gli interventi di manutenzione per le pavimentazioni stradali come la (RPE-Stra01), i piani di manutenzione coordinata (Koordinierten Erhaltungsplanung; KEP) per le costruzioni stradali e per la pavimentazione stradale così come il sondaggio regolare per effettuare la valutazione, a livello nazionale, delle condizioni stradali Zustandserfassung und –bewertung (ZEB).

Queste misure sono stati stabiliti per prima volta nel 1992 e forniscono i requisiti fondamentali per la manutenzione sistematica della strada e la base sulla che poi sviluppare il sistema di gestione della manutenzione (PMS) e il sistema di gestione dei ponti (BMS), entrambi sistemi che forniscono una pianificazione ottimizzata della manutenzione a livello di rete.

A continuazione, vengono spiegati tutte queste procedure e piani che forniscono le base per la manutenzione ottimale della rete stradale tedesca.

Innanzitutto e come si ha accennato prima, si deve tener sempre come punto di riferimento la direttiva **RPE-Stra01** per la pianificazione dei interventi manutentivi sulle pavimentazioni stradali già che è la direttiva a livello nazionale che regola tutto lo relativo alla manutenzione stradale servendo anche come base per la normativa, processi e sistemi riferenti alla manutenzione sviluppati dopo.

In questa direttiva si stabiliscono le base per la manutenzione stradale, ma l'applicazione pratica di queste direttive avviene con il **Zustandserfassung und –bewertung (ZEB)** cioè attraverso il piano di monitoraggio ed valutazione delle strade.

Questo sistema è stato introdotto nel 1992 e ha supposto un punto di inflessione nello referente alla manutenzione stradale.

Prima della adozione di questo sistema, lo stato della pavimentazione era misurato in maniera visuale per i tecnici della amministrazione incaricata della gestione della rete.

La capacità di descrizione di quello che vedevano sulla strada era l'unico indice stabilito per determinare lo stato in cui si trovava la pavimentazione, essendo un sistema di valutazione completamente soggettivo.

L'aumento, sempre crescente, del traffico e la disponibilità di risorse sempre limitata hanno determinato la necessità di un maggior controllo sul processo della manutenzione stradale, rendendo completamente inadeguato questo sistema e bisognando di un sistema definito su una base obiettiva.

Il ZEB si tratta di un sistema di monitoraggio e classificazione dello stato in cui si trova la rete stradale federale. Questo monitoraggio si effettua anno a anno e avviene in un periodo totale di quattro anni dove nei primi due anni si misura solo lo stato delle autostrade federali e nei ultimi due solo le strade federali.

Il sistema si divide in quattro sotto-progetti (Teilprojekten; TP) che possono essere raggruppati in due categorie in funzione dello scopo.

La prima categoria è quella relativa alla misurazione dello stato della pavimentazione e comprende i tre primi sotto-progetti.

Per determinare lo stato in cui si trova la pavimentazione stradale si devono raccogliere i seguenti parametri:

- Regolarità trasversali e longitudinale (TP 1a e 1b).
- Resistenza allo slittamento (TP 2).
- Danni sulla superficie come per esempio fratture longitudinale e trasversale, danni sul bordo, riparazioni effettuate... (TP 3).

Questi parametri hanno lo vantaggio che non solo riflettono lo stato della pavimentazione, anche forniscono una rappresentazione della sicurezza della stessa.

Tutti questi dati sono acquisiti mediante veicoli di misura speciali che operano nel traffico regolare:

- Le irregolarità longitudinale e trasversale sono ottenuti con l'aiuto di misura della uniformità mediante la scansione laser della superficie della pavimentazione.
- La resistenza allo scivolamento si misura attraverso lo SCRIM che calcola la resistenza attraverso la relazione di forze che attuano su una ruota di misura collocata trasversalmente al senso della marcia.
- I danni sulla superficie vengono documentati e valutati mediante una registrazione continua in video.

La seconda categoria comprende pertanto l'ultimo sotto-progetti che è quello relativo alla valutazione dei dati raccolti prima (TP 4).

Per una corretta valutazione della informazione raccolta, si deve tener conto che ciascun parametro impiegato nella parte anteriore ha la sua propria unità ostacolando così la compatibilità tra di loro e la ulteriore definizione dei indici globale di stato.

Per questo motivo, tutta la informazione raccolta viene standardizzata attraverso di un gruppo di funzione in tutta una serie di indice indicatori dello stato, ma questa volta senza unità basati invece su una scala che va da 1, condizione molto buone, a 5 condizioni scadenti.

I valori dei differenti indici di stato vengo opportunamente combinati mediante una media pesata per fornire due valori:

- Valore di servizio

Questo valore sta orientato verso gli utenti della strada perché implica la sicurezza per il traffico e il comfort nella guida.

- Valore strutturale

Questo valore invece sta orientato verso il gestore della rete e le autorità che devono finanziari i costi perché fornisce una indicazione delle loro necessità sulla rete.

Il valore più basso di entrambi, sarà il indice di stato globale per la sezione stradale analizzata.

Nella seguente figura si può vedere in maniera grafica il processo descritto sopra:

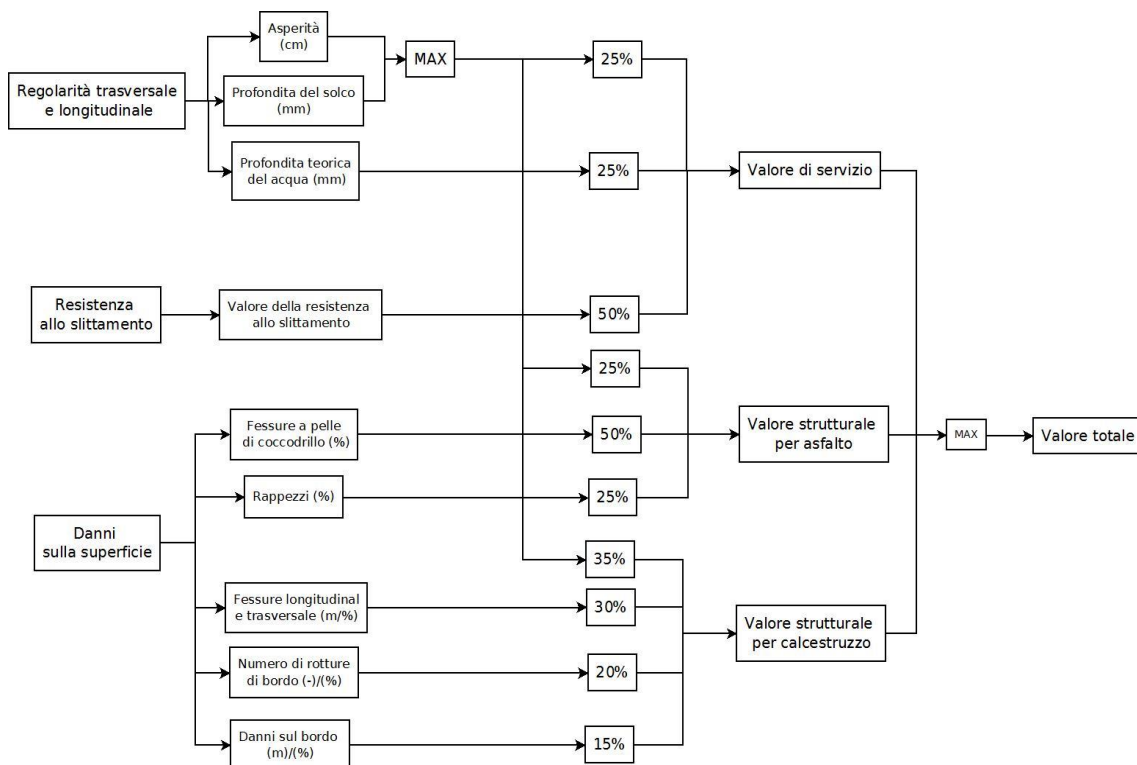


Figura 62: Processo di definizione del indice di stato globale

Per ciascuno dei indici di condizione si definiscono i seguenti valori:

- Valore obiettivo.  
Questo valore si corrisponde con un grado pari a 1,5 e rappresenta il valore richiesto per le strade nuove e per le strade rinnovate.
- Valore di allerta.  
Si corrisponde con un valore nei indici di 3,5 e indica quando la manutenzione pianificata deve considerare.
- Valore di soglia.  
Indica la situazione in cui la manutenzione è necessaria e si devono effettuare interventi sulla pavimentazione stradale. Questa situazione viene rappresentata per un grado nei indici di 4,5.

I risultati di questa procedura possono essere rappresentati in maniera grafica attraverso un codice di colori sul mappa della rete stradale.

Questo codice sta formato per quattro colori che rappresentano le quattro situazione che si derivano dall'analisi dei valori obiettivo, di allerta e di soglia.

I colori impiegati e il loro significato son:

- Blue  
Situazione di strada nuova
- Verde  
Situazione dove non è necessario adottare misure.
- Giallo  
Indica attenzione, situazione in cui si devono analizzare le cause delle deficienze e si deve pianificare la manutenzione per il ripristino delle caratteristiche.
- Rosso  
Indica una condizione molto scadente in cui si devono effettuare interventi manutentivi

Grazie a questo codice di colori, si facilita il lavoro di pianificare gli interventi manutentivi perché si può vedere rapidamente e in modo chiaro le sezione scadente della rete stradale che bisogneranno un analisi più approfondito.

Adesso, nella seguente figura, si può vedere il risultato di questo analisi su una sezione della rete stradale di esempio

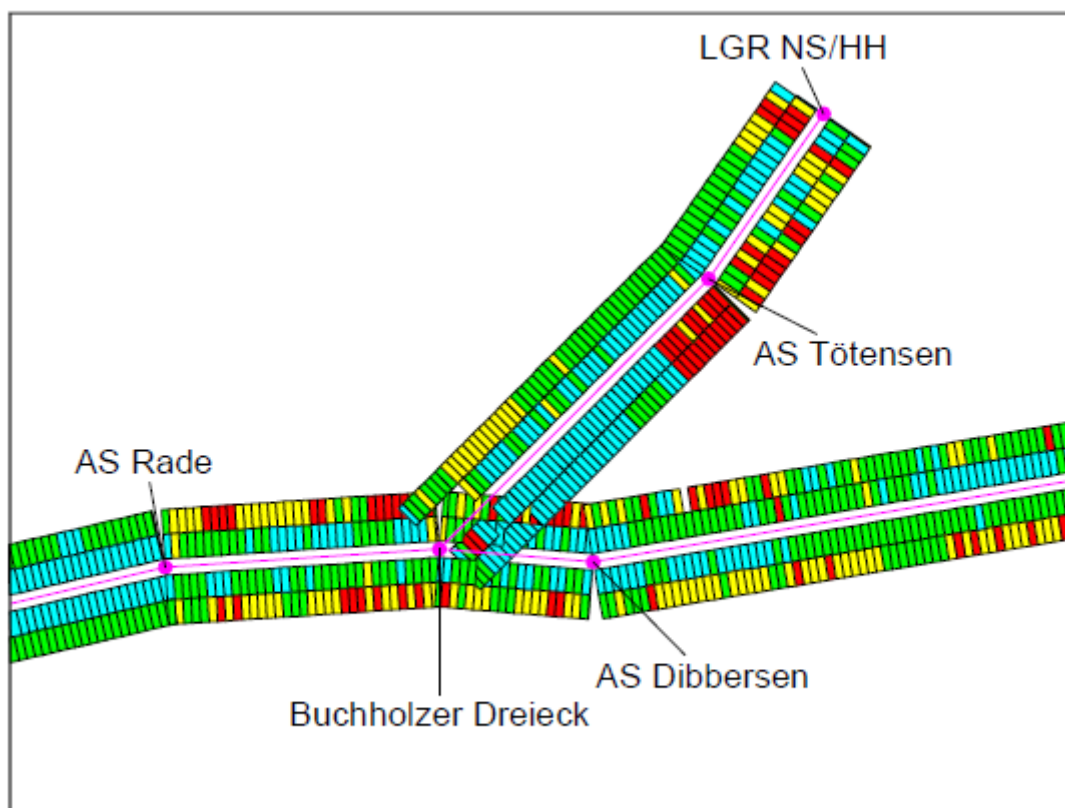


Figura 63: Rappresentazione grafica dei risultati su un tramo qualsiasi della rete

Sebbene i risultati del ZEB solo descrivono le condizioni della superficie della rete stradale in un particolare momento, il confronto con i risultati delle misurazioni regolari permette di effettuare conclusioni rispetto alle condizioni di tutto il complesso stradale.

Per la corretta definizione della pianificazione della manutenzione stradale si deve tener conto che i dati relativi alle condizioni della pavimentazione sono solo una parte delle variabili che influenzano il processo di scelta delle misure necessarie per la manutenzione e la costruzione e per la ripartizione di risorse. Si deve tener conto anche dei dati relativi alla costruzione della pavimentazione, dei dati degli interventi manutentivi effettuati nel passato, della densità del traffico, e della sicurezza stradale tra gli altri. Bisogna avere anche una valutazione dell'evoluzione delle condizioni nel futuro.

Tenendo conto di tutto questo, nel 1999 si è sviluppato un sistema di gestione della manutenzione stradale (**Pavement Management System PMS**) effettuando un passo in avanti nell'ottimizzazione della manutenzione stradale.

Tutti i dati presi in considerazione nella definizione dello stato della rete, cioè i dati raccolti nel ZEB, convergono nel sistema di gestione della manutenzione (PMS) facilitando il processo decisionale per quanto riguarda lo scopo e l'urgenza delle misure di manutenzione e costruzione. Dal momento in cui il PMS, consente la realizzazione di previsioni ben fondate, è uno dei prerequisiti per la gestione della manutenzione a lungo termine.



Il PMS permette stimare lo sviluppo delle condizione della superficie stradale nella rete basandosi su curve di degrado e sullo stato attuale in cui si trova la pavimentazione, in funzione del budget disponibile.

Questo sviluppo nel tempo è possibile rappresentarlo in maniera grafica su una distribuzione percentuale nelle seguente categorie:

- Blue: situazione ottima
- Verde: situazione buona/soddisfacente
- Giallo: situazione sufficiente
- Rosso: situazione mala o molto mala

A continuazione si mostra una figura nella che si può vedere la predizione delle caratteristiche superficiali per due budget diversi

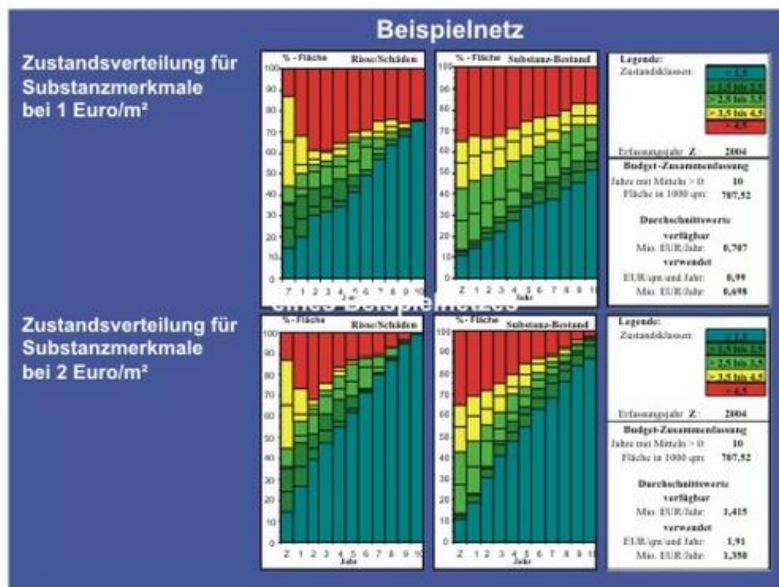


Figura 64: Predizione per le caratteristiche superficiali

Nel caso delle strade federale il sistema di gestione della manutenzione impiegato è stato progettato in modo modulare permettendo lo sviluppo e sostituzione di singoli moduli a seconda dei bisogni particolari ma senza limitare i processi di ottimizzazione generale.

I moduli su i quali si basa il PMS per le strade federale sono:

- Modulo 1: Formazione di sezioni omogenee
- Modulo 2: Selezione di sezioni che necessitano essere mantenute
- Modulo 3: Analisi delle carenze e danni

- Modulo 4: Previsioni di cambiamenti nelle condizioni
- Modulo 5: Interventi di manutenzione tecnicamente fattibili
- Modulo 6: Valutazione e definizione della priorità delle varianti di misura
- Modulo 7: Ottimizzazione delle diverse misure entro costrizione sul finanziamento
- Modulo 8: Programma di manutenzione a medio e breve termine

La capacità di stimare e rappresentare in modo visuale, attraverso tabelle, mappi oppure di diagrammi, l'efficacia delle diverse strategie e misure selezionate attraverso del processo di PMS nell'arco di molti anni e per l'intera rete a seconda del budget disponibile è una delle principali vantaggi di questo metodo.

A continuazione si mostra un esempio di un risultato fornito dal PMS:

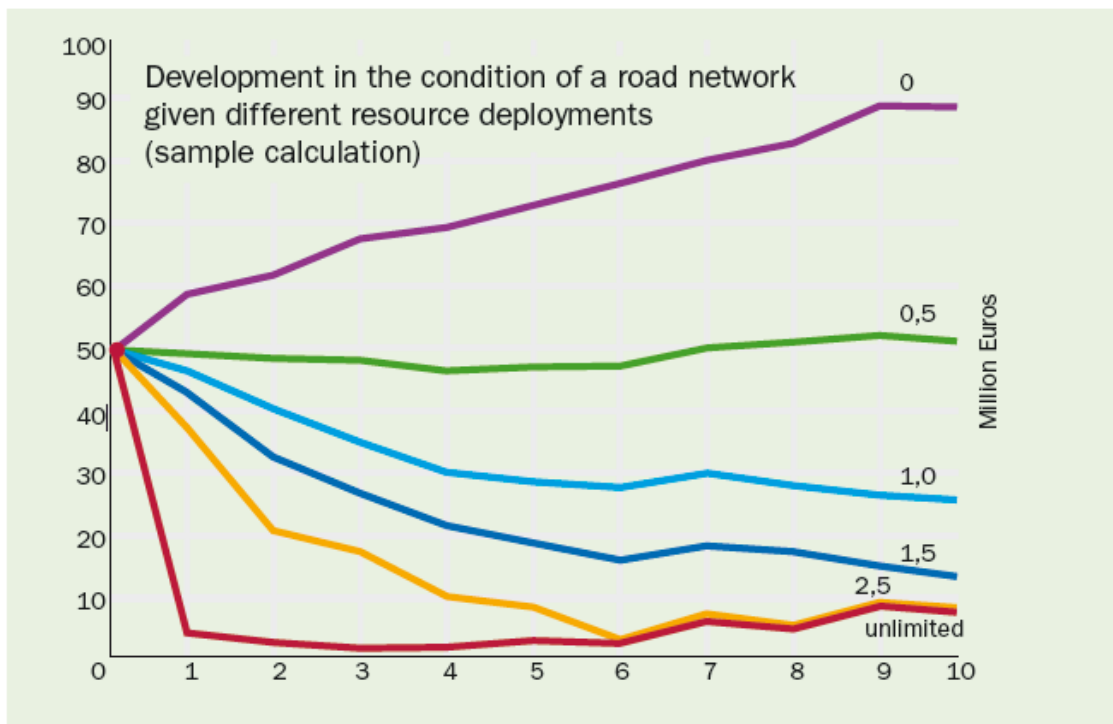


Figura 65: Esempio dei risultati forniti dall'analisi del PMS

Grazie a questo si facilita a lungo termine la garanzia di appropriati livelli di qualità sulle autostrade federali.

A livello statale, si può usare una versione più semplificata di tutte queste procedure alla che si deve aggiungere anche i piani di manutenzione coordinati (**Koordinierten Erhaltungsplanung; KEP**). Con questi piani non solo si considera all'ora di analizzare e poi intervenire la rete stradale sebbene che se considera anche gli altri impianti della rete stradale come possono essere le gallerie, gli impianti di illuminazione, i ponti etc.

Basati sulla base dei dati ZEB e dei PMS e secondo le specifiche del RPE-Stra01, questi piani devono essere compilati annualmente e coprono un periodo di quattro anni.

Contengono elenchi, profili di percorso e, in alcuni casi, anche mappe per una visione complessiva delle misure previste nella rete.

Le profili di percorso sono uno dei presupposti più importanti per la pianificazione coordinata di strade, costruzioni e per gli altri componenti del sistema di manutenzione. Questi profili forniscono una rappresentazione semplice della informazione più importante della rete e hanno anche il vantaggio di fornire un confronto facile con i profili di condizione e con i dati strutturali grazie alla disposizione simile in bande simile.

I profili di percorso del KEP integrano i piani di manutenzione stradale, costruzione e altri componenti del sistema stradale. Grazie a questo tipo di rappresentazione è possibile l'assegnazione delle singole misure in relazione con la geografia, la pianificazione e il finanziamento. possono essere identificati rapidamente anche con questo modo carenze nella pianificazione della manutenzione così come ulteriori opportunità di miglioramento non effettuate.

Per ultimo si devono accennare due sistemi di informazione, il **IT ZEB Server** e il **BISStra** che permettono fornire di dati obiettivi e l'uso coordinato della informazione relativa alla rete federale, ai ponti e alle gallerie per una pianificazione, gestione e ricerca nei aspetti manutentivi, ma anche effettuare analisi oltre questo campo.

### **2.3.2.3 Finanziamento**

Il finanziamento delle infrastrutture tedesche viene effettuato attraverso di un piano di investimenti di riferimento (IRP) dove si descrive per un periodo di cinque anni gli investimenti necessari per le infrastrutture federale. Questo include i fondi necessari per la sostituzione e la manutenzione delle reti esistenti, il completamento dei progetti in costruzione e l'avvio di progetti con uno stato molto avanzato di pianificazione, progetti che hanno già ricevuto via libera per la costruzione o possono riceverla entro la durata del piano.

Attualmente il piano di finanziamento vigente è quello che corrisponde al periodo di 2011-2015.

I bilanci federali dei anni 2011 e 2012 e la programmazione finanziaria fino al 2015 prevedono la spesa totale in questo periodo di circa 50.miliardi di euro per investimenti nelle infrastrutture di trasporto federale.

Più specificamente per la rete stradale federale si ha predisposto per questo periodo un totale di 12.6 milioni di euro senza includere le spese dovute alla combinazione di interventi migliorativi combinati come per esempio l'estensione a sei corsie di autostrade federali.

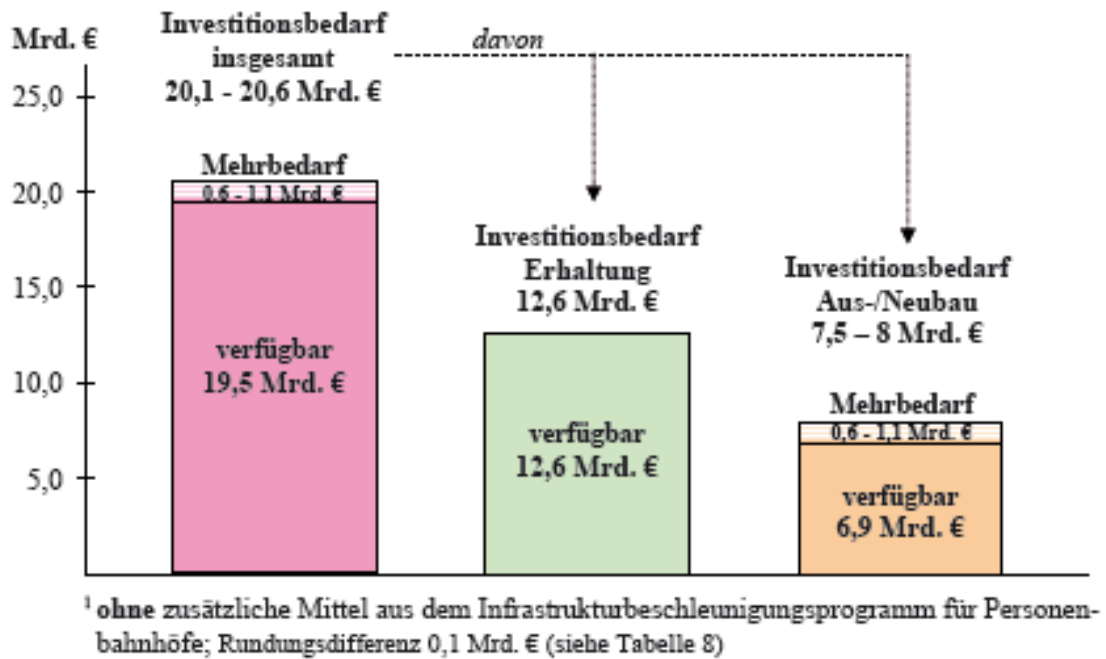


Figura 66: Distribuzione della finanziamento

Adesso nella seguente figura si può evidenziare come viene effettuata la distribuzione dei fondi tra le diverse categorie di finanziamento per la manutenzione stradale. In colore verde si può vedere il totale dei fondi destinati alla manutenzione stradale che come si ha indicato sopra è pari a 12.6 miliardi di euro.

#### 2.3.2.4 Svizzera

La rete stradale della Svizzera è lunga e importante in traffico. Il governo Svizzero ha avuto e ha un gran interesse per la manutenzione delle loro strade e ha investito sufficienti risorse per avere una corretta manutenzione delle stesse.

La Svizzera è uno dei principali paesi europei sul tema della gestione e della manutenzione delle strade.

In Svizzera gli standard qualitativi applicati alla pavimentazione e alle strade sono elevati dovuto alla alta densità del traffico che circola e per i notevoli sbalzi di temperatura tipici delle sue latitudini.

##### **2.3.2.4.1. Classificazione stradale**

La classificazione stradale principale è definita in base alla amministrazione pubblica che gestisce la strada.

Secondo questo criterio la classificazione è la seguente:

- Strade Nazionali.

La Legge Federale sulle Strade Nazionali (LSN) del'8 marzo 1960 (Stato 1° gennaio 2011), il articolo 1 di questa legge definisce che: "le vie di collegamento di maggiore importanza e d'interesse generale per la Svizzera sono dichiarate Strade Nazionali dall'Assemblea Federale". Nel articolo 8 della legge viene che le Strade Nazionali sono di proprietà della Confederazione e sotto alla sua sovranità in materia stradale. Ma gli impianti accessori sono di proprietà dei Cantoni. La rete de Strade Nazionali ha quasi 1800 chilometri ed è dotata di circa di 3000 ponti e viadotti e 229 gallerie.

Secondo la Legge Federale sulle Strade Nazionali (LSN) le strade Nazionali sono ripartite in:

- Strade Nazionali di Prima Classe.  
Sono esclusivamente riservate al traffico degli autoveicoli e accessibili soltanto in punti de collegamento determinati. Esse sono a sedi direzionali separate, senza intersezione al raso.
- Strade Nazionali de Seconda Classe.  
Sono riservate esclusivamente al traffico degli autoveicoli e accesibili soltanto in punti di collegamento determinati. Ordinariamente esse non sono intersecate a raso.
- Strade Nazionali de Terza Classe.  
Sono aperte anche ad altri utenti. Se le condizioni lo permettono, si dovranno evitare gli attraversamenti di abitatti e le intersezioni a raso.

- Strade Cantionali.

Sono le strade che si trovano sotto la gestione dei Cantoni. All'interno di queste strade c'è la rete delle Strade Principali gestita per i Cantoni. Nel testo

“Ordinanza del 7 novembre 2007” le Strade Principali sono le strade cantonali d’importanza regionale e turistica sotto alla gestione dei Cantoni. Questa rete ha 2261,64 km di strade.

- Strade Comunali.  
Sono le strade gestite per i comuni.

All'interno di questa classificazione abbiamo un'altra come tipica per gli aspetti tecnici e funzionali: autostrade, strade convenzionali, strade urbane e strade rurali.

	7 corsie		6 corsie		4 corsie		3 corsie		2 corsie		Traffico misto		Totale	
	operativi	previsti	operativi	previsti	operativi	previsti	operativi	previsti	operativi	previsti	operativi	previsti	operativi	previsti
Zurigo			32,5	37,1	105,5	110,9	1,9		11,1	11,1			151,0	159,1
Berna			13,2	13,2	129,3	136,7			43,8	62,6	19,4	19,4	205,7	231,9
Lucerna			2,6	2,6	55,9	55,9							58,5	58,5
Uri					37,1	53,0			16,3	6,3	16,1	10,0	69,5	69,3
Svitto					43,2	52,7			2,2		4,3		49,7	52,7
Obvaldo					1,8	1,8			22,3	31,1	13,3	1,0	37,4	33,9
Nidvaldo					22,9	22,9			2,9	0,9		2,0	25,8	25,8
Glarona					16,6	16,6							16,6	16,6
Zugo					17,7	17,7							17,7	17,7
Friburgo					84,2	84,2							84,2	84,2
Soletta					43,8	43,8							43,8	43,8
Basilea Città			3,5	3,5	6,0	8,0							9,5	11,5
Basilea Campagna			9,5	9,5	20,7	20,7							30,2	30,2
Sciaffusa						1,9			17,2	17,2			17,2	19,1
San Gallo					139,8	139,8							139,8	139,8
Grigioni					43,6	50,2			93,4	112,1	27,9		164,9	162,3
Argovia	1,2		11,5	11,5	86,6	87,8							99,3	99,3
Turgovia					42,8	47,3							42,8	47,3
Ticino			7,3	7,3	101,7	108,8			27,8	20,7			136,8	136,8
Vaud			3,4	3,4	189,1	189,8			12,8	12,8			205,3	206,0
Vallese					60,1	89,6			15,6	15,6	28,6	28,6	104,3	133,8
Neuchâtel					32,9	32,9			3,0	3,0	1,9	1,9	37,8	37,8
Ginevra					27,2	27,2							27,2	27,2
Giura					25,3				8,2	47,9			33,5	47,9
<b>Totale</b>	<b>1,2</b>		<b>83,5</b>	<b>88,1</b>	<b>1.333,8</b>	<b>1.400,2</b>	<b>1,9</b>		<b>276,6</b>	<b>341,3</b>	<b>111,5</b>	<b>62,9</b>	<b>1.808,5</b>	<b>1.892,5</b>

Figura 67: Lunghezza della rete nazionale distribuita per tipo di strada

### 2.3.2.4.2. Competenze

Le competenze relative alle infrastrutture stradale sono ripartite tra Confederazione, Cantoni e Comuni. I principali collegamenti viari di rilevanza generale per la Svizzera vengono dichiarati dall’Assemblea Federale e si chiamano Strade Nazionali. La costruzione, esercizio e manutenzione sono di competenza della Confederazione. Una eccezione è il completamento di questa rete nazionale che per una ragione storica le competenze sono divisi tra i Cantoni e la Confederazione.

Al livello che loro compete, Cantoni e Comuni si occupano dell’ulteriore ramificazione delle infrastrutture viaria sul loro territorio. Loro sono responsabile per la costruzione, l’esercizio e la manutenzione delle proprie reti stradali.

Nello schema seguente vediamo come le competenze e flussi di finanziamento sono distribuiti (schema estratto dal sito Web dell’USTRA (Ufficio Federale delle Strade)).

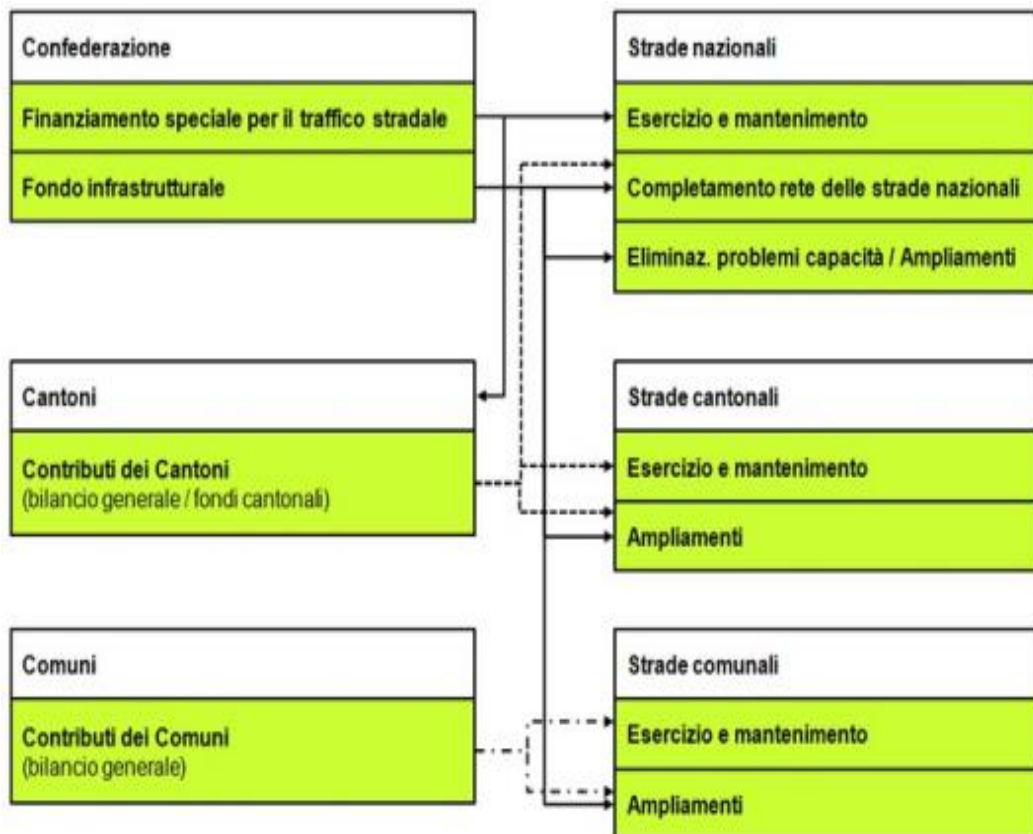


Figura 68: Schema delle competenze

### 2.3.2.4.3. Finanziamento

Il finanziamento delle infrastrutture stradale non ha la stessa ripartizione chiaramente distribuita sui i tre livelli dello Stato che caratterizza invece la ripartizione delle competenze. Questo è perché la Confederazione interviene con contributi finanziari a favore di Cantoni e Comuni.

Nel settore stradale, la Confederazione dispone di due strumenti di finanziamento [Web del Ufficio Generale delle Strade. Web [www.astra.ch](http://www.astra.ch)].

- Finanziamento Speciale per il Traffico Stradale (FSTS)
- Fondo Infrastrutture.

Le fonti delle risorse per finanziare gli investimenti necessari per la gestione e manutenzione delle strade provengono principalmente da imposte e tasse specifiche di destinazione vincolata al traffico stradale (come per esempio le tasse sugli oli minerali e benzina oppure la tassa per l'utilizzo delle strade nazionali/contrassegno autostradale).

Analogamente alla Confederazione, i diversi cantoni dispongono di fondi ovvero finanziamenti speciali propri per le infrastrutture stradale, questi fondi sono gestiti per i propri Cantoni.

Il finanziamento delle infrastrutture stradale è coperto interamente o parzialmente dalle imposte cantonali sui veicoli, dai contributi del Finanziamento Speciale per il Traffico Stradale (proviene dalle confederazioni), dalle quote cantonali alla tassa sul traffico pesante.

I comuni finanziano la propria infrastruttura stradale prevalentemente dal bilancio generale e con i contributi cantonali. La Confederazione eroga contributi dal Fondo Infrastrutturale per il miglioramento delle infrastrutture di trasporto nelle città e negli agglomerati (programma d'agglomerato).

Nel decreto federale concernente la rete delle Strade Nazionali, che si ha fatto nel 2013, comporta costi aggiuntivi annui pari a 300 milioni di franchi (245 milioni di euro). I costi per la manutenzione invernale, la cura delle aree verdi, i risanamenti e gli altri lavori di manutenzione e di esercizio sarà circa 100 milioni di franchi (82 milioni di euro). Per i lavori di sistemazione sono necessari 200 milioni di franchi (163 milioni di euro), che verranno impiegati in particolare per la circonvallazioni, le misure contra l'inquinamento acustico e per la protezione a valanghe e altri pericoli naturali, nonché per incrementare la sicurezza, incroci e gallerie.

Di seguito, vengono spiegati i principali strumenti di finanziamento:

Finanziamento Speciale per il Traffico Stradale (FSTS):

Il seguente grafico e il flussi del finanziamento Speciale per il Traffico Stradale 2012. Estratto dal sito web della Ufficio Federale delle Strade (USTRA).



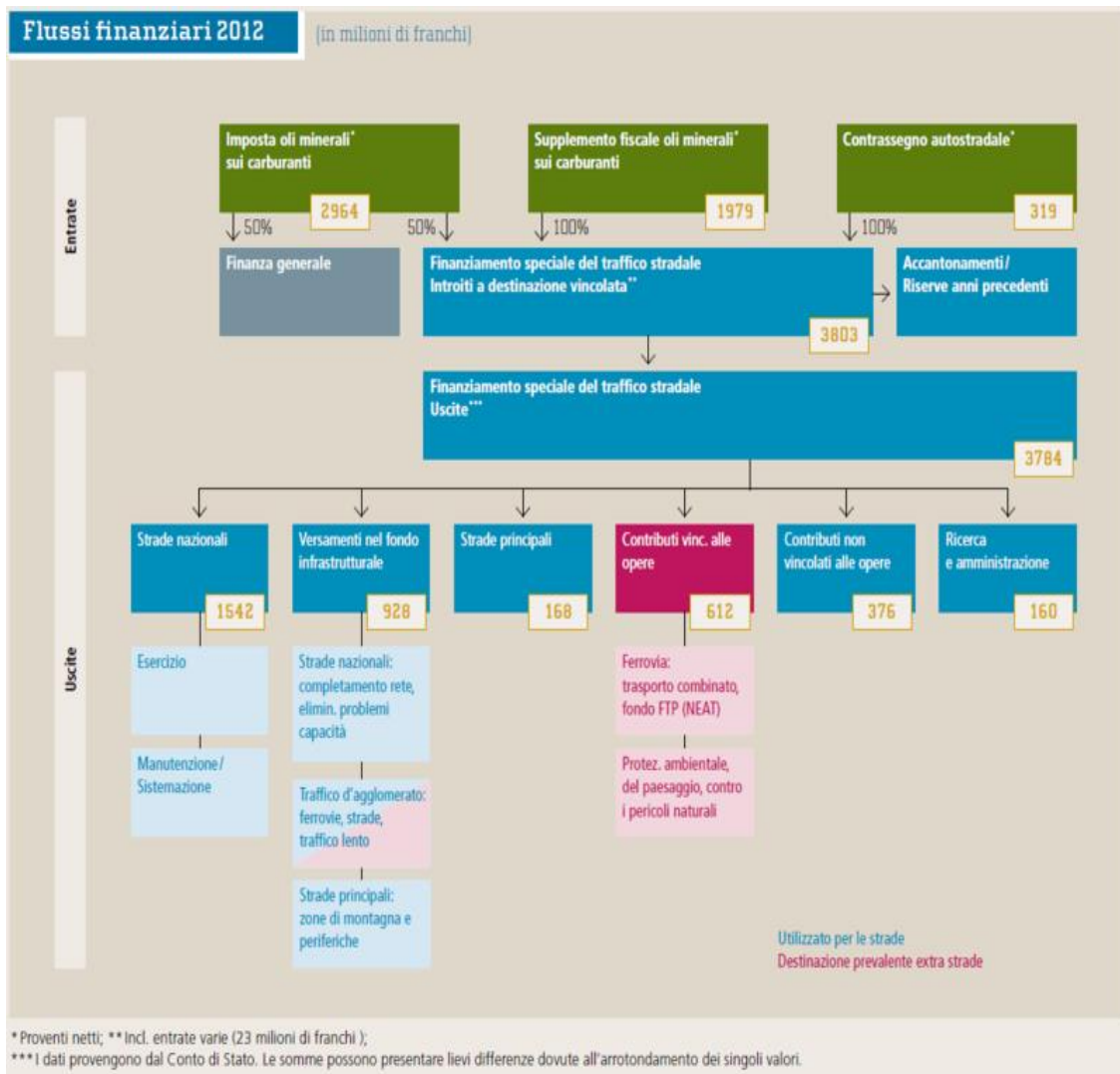


Figura 69: Flusso del finanziamento

La copertura di attività alla circolazione stradale è garantita dal FSTS, nel quale le uscite si contrappongono alle entrate a destinazione vincolate.

Il FSTS viene finanziato dalla metà dei ricavi dalla tassa sugli oli minerali dal supplemento fiscale sugli oli minerali e dai proventi netti del contrassegno autostradale.

Nel 2013 le tariffe fiscali, cioè gli importi previsti per legge sono:

- Imposta sugli oli minerali di 43.13 ct/l per la benzina e 45.87 ct/l per il gasolio.
- Supplemento fiscale sugli minerali di 30 ct/l carburante.
- Contrassegno autostradale di 40 franchi/anno.

Il FSTS copre varie attività connesse alla circolazione stradale: oltre ai fondi per le infrastrutture federali, anche vengono erogati contributi per le reti cantonali, ma

sempre legate al sistema di trasporti. Questi costi vengono sempre deliberate dall'Assemblea Federale.

#### Il Fondo Infrastrutturale

Dal 2008 è operativo il Fondo Infrastrutturale.

Le entrate provengono dallo steso FSTS, ma le uscite sono destinate alle Strade Nazionali (completamento delle rete, eliminazione dei problemi di capacità), alle infrastrutture di trasporto in città e agglomerati e alle strade principali in regioni di montagna..

Il Parlamento è chi approva annualmente i conti, i preventivo e i prelievi per le singole attività e fissa inoltre i versamenti annuali, sulla base del preventivo della Confederazione.

#### Nuovi forme di finanziamento

Il 1° gennaio 2008 è entrata in vigore la nuova impostazione della perequazione finanziaria e della ripartizione dei compiti tra Confederazione e Cantoni (NPC). A partire da tale data la Confederazione è diventata l'unica responsabile della costruzione, dell'esercizio e della manutenzione delle strade nazionali, finanziando il tutto con mezzi federali (eccezione il completamento della rete attuale). Per la rete di strade principali sono invece responsabile i cantoni che, a loro volta, percepiranno dei contributi globali dalla cassa federali.

#### **2.3.2.4.4. Manutenzione delle Strade Nazionali**

Secondo la Legge Federale sulle Strade Nazionali (LSN) la Confederazione è competente per la manutenzione e l'esercizio delle Strade Nazionali.

Anche i Cantoni o con enti da essi costituiti accordi sulle prestazioni concernenti l'esecuzione della manutenzione corrente e degli interventi di manutenzione edile esenti da progettazione. Se per determinate unità territoriali nessun Cantone o nessun ente è disposto a concludere un accordo sulle prestazioni, la Confederazione può affidare l'esecuzione a terzi. Se un solo Cantone o ente si candida per un'unità territoriale, l'USTRA (Ufficio Federale delle Strade) può designarlo quale gestore. Il Consiglio Federale emana in particolare disposizioni sulla delimitazione delle unità territoriali, la ampiezza, e l'indennizzo della prestazione. E anche il Consiglio Federale emana disposizioni esecutive particolari per le strade nazionali [11].

Nella misura in cui singole unità territoriali, o parti di esse, sono gestite dalla Confederazione stessa, la manutenzione corrente e gli interventi di manutenzione edile esenti da progettazione sono di competenza dell'USTRA (Ufficio Federale delle Strade). L'USTRA (Ufficio Federale delle Strade) provvede a una manutenzione economica e adeguata dal punto di vista tecnico e verifica periodicamente lo stato delle strade. Pianifica le misure di manutenzione a lungo termine. Le misure devono essere coordinate in modo che sia garantita l'efficienza delle strade nazionali e che il numero dei cantieri su una sezione sia ridotto al minimo.

L'USTRA, in nome della Confederazione, conclude con i gestori le convenzioni sulle prestazioni relative alla manutenzione corrente e agli interventi di manutenzione edile esenti da progettazione e vigila affinché siano rispettate.

La Confederazione ha creato un documento chiamato Piano di Manutenzione delle Strade Nazionali (UPlaNS) che pianifica il modo di fare i lavori di manutenzione nelle sue strade. Esso si basa su tre principi [Piano di Manutenzione delle Strade Nazionali (UPlaNS)]:

- Anzitutto i lavori di conservazione e sistemazione devono iscriversi nel quadro di progetti di conservazione concernenti tratti stradali di lunghezza non superiore ai 15 km.
- Due diversi cantieri devono distare tra loro almeno 30 chilometri.
- Sul stesso tratto va rispettato un intervallo di 15 anni tra la fine dell'ultimo intervento e il prossimo.
- Il traffico dovrebbe essere interrotto il meno possibile e i disagi per gli utenti essere il più piccolo possibile.

#### **2.3.2.4.5. Indici di stato della pavimentazione**

In Svizzera si applica una normativa denominata "*Gestione dei l'entretien des chaussées*" (GEC), per definire i indici di stato delle strade che devono misurare e così si valuterà lo stato della strada.

Tali indici sono una componente fondamentale della gestione della manutenzione stradale e della pavimentazione. Questi indici saranno utilizzati per definire le priorità, il monitoraggio continuo dell'evoluzione della pavimentazione nel tempo, la determinazione della necessità di manutenzione a medio termine, ecc.

Questa guida si applica a tutte le strade e solo sarà per il stato della pavimentazione. Questo documento fornisce gli strumenti per quantificare ogni caratteristica della pavimentazione e stabilire la trasformazione dei valori identificati a una scala unitaria e senza dimensioni (indici di stato).

In questo senso, ha le seguenti definizioni:

- Caratteristiche di stato:  
È la descrizione e/o quantificazione dello stato di pavimentazione in modo qualitativo.
- Valore di stato:  
Valore osservato o misurato (di solito numerico) che caratterizza lo stato della pavimentazione.

- **Indice di stato:**  
Sono indici adimensionali che sono ottenuti dalla trasformazione dei valori misurati. Valutato da 0 a 5 (il 0 rappresenta uno stato in buone condizioni e 5 in cattive condizioni).
- **Indici singoli:**  
Essa prende in considerazione solo una caratteristica della pavimentazione.
- **Indici composti:**  
Le condizioni della strada è data da diversi indici.

I diversi indici utilizzati sono quelli che appaiono nella tabella seguente:

Tabella 17: Indici di stato norma Svizzera: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)

CARATTERISTICHE DI STATO	INDICE DI STATO
Degrado della pavimentazione	I0 e I1
Rugosità longitudinale	I2
Rugosità trasversale	I3
Aderenza	I4
Deflessione	I5

C'è anche il modo di come si fa la misura per a ogni indice:

Tabella 18: Indici di stato e metodo di misura della norma: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)

METODO	I0	I1	I2	I3	I4	I5
Visuale	Si	SI	Non	Non	Non	Non
Manuale	Non	Si	Non	Si	Si	Si
Apparecchio auscultazione	Non	Si	Si	Si	Si	Si

La norma definisce come ogni proprietà è misurata e come viene ottenuto ogni indice. Essa fornisce inoltre i grafici per ottenere gli indici (adimensionale) di stato.

- Indici di degradazione della pavimentazione (I0 e I1)  
 Il valore da ottenere attraverso un catalogo di degrado che c'è in questa stessa normativa (nella parte di ispezione visiva) e applicando una matrice di ponderazione, che viene spiegato come vengono utilizzati. Con il valore ottenuto dal controllo visivo è iscritto nella grafica che viene data nella guida, e di questa forma si ottiene l'indice di stato.

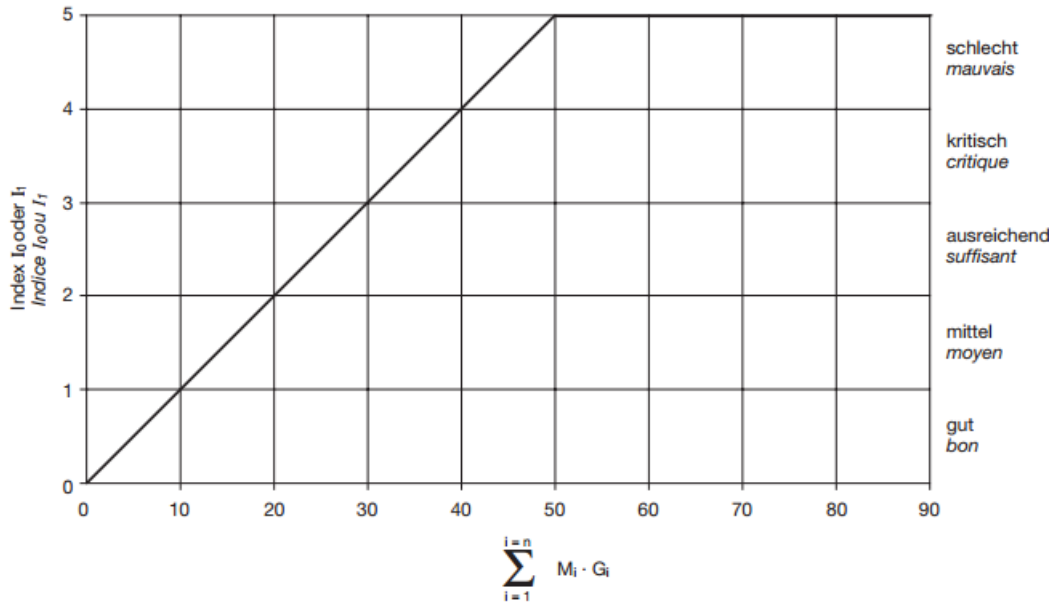


Grafico 2: Indice di stato (I0 e I1)

- Rugosità longitudinale (I2)  
 Nella norma SN640520 viene come si misura: "Planéita; contrôle de la géométrie". E' la misura dell'angolo di deviazione della superficie come viene descritto nello standard. E con questo valore e la grafica per a ogni tipo di strada sono ottenuti l'indice di stato. Il tipo di percorso è definito nella norma SN640040: "Projet, bases, types de routes".

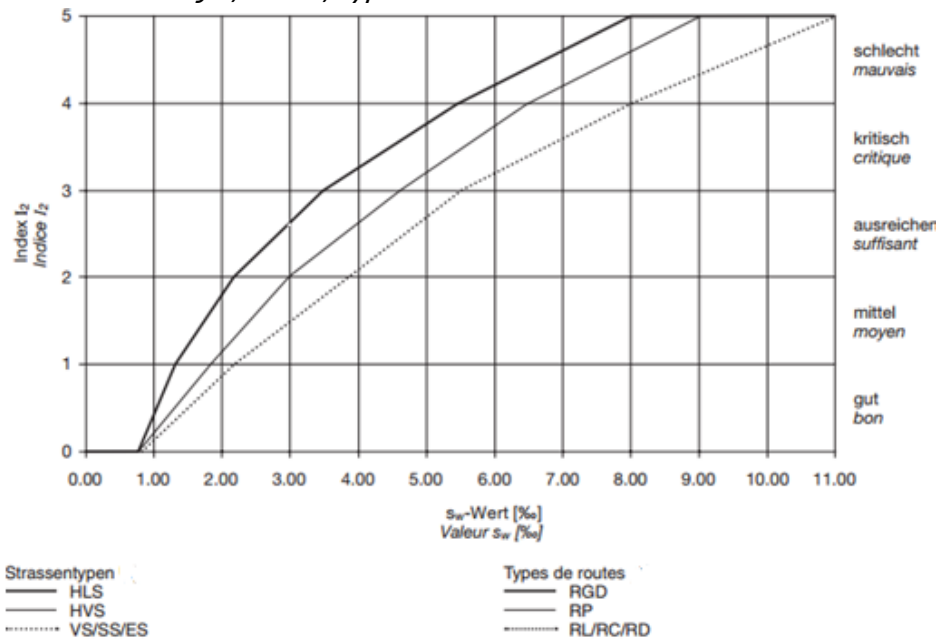


Grafico 3: Indice di stato I2

- Rugosità trasversale (I3)

Nella norma SN640520 "Planéité; contrôle de la géométrie" descrive come si misura questa caratteristica della pavimentazione. Si misura la profondità dei dislivelli della pavimentazione (T) o irregolarità della superficie orizzontale (in mm.). Di nuovo viene un grafico che permetterà di ottenere, con la misura effettuata e il tipo di strada, l'indice di stato I3. Il tipo di percorso è definita nella norma SN640040: "Projet, bases, types de routes".

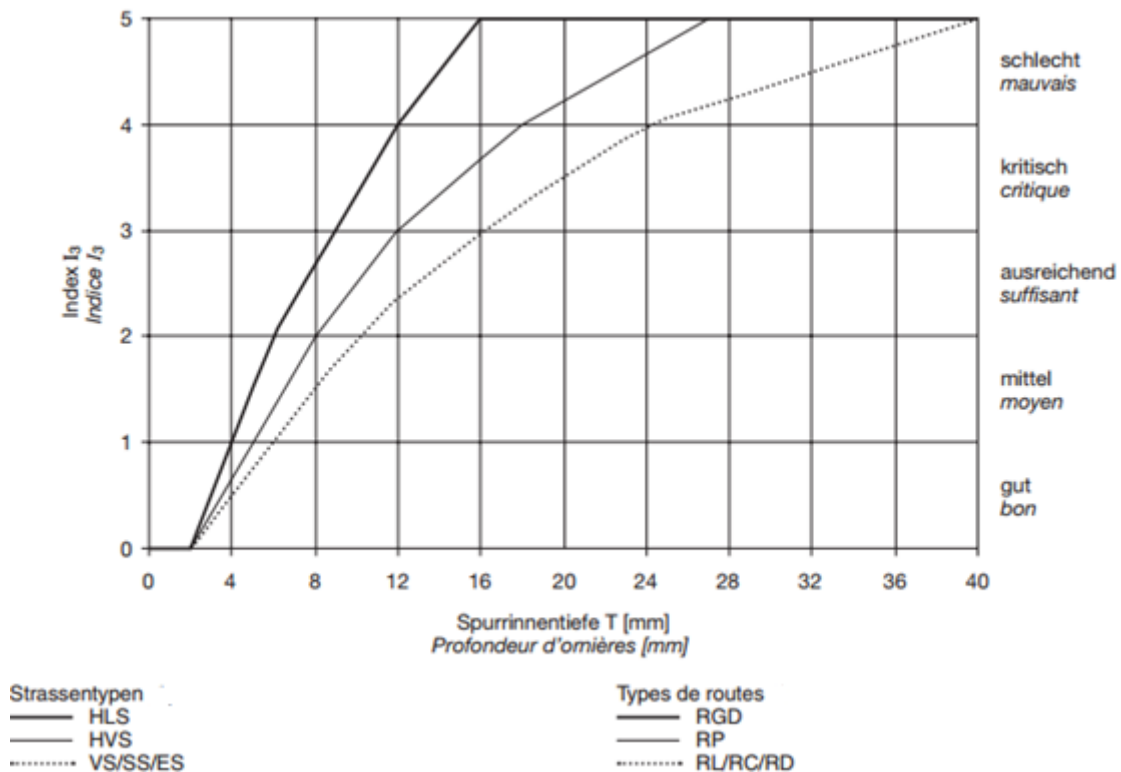


Grafico 4: Indice di stato I3

- Aderenza (I4)

Questa caratteristica viene misurata con il metodo di misurazione della ruota bloccata in superficie umida secondo la norma SN640510 "Qualité antidérapante; méthode de mesure" e la norma SN640511 "Qualité antidérapante; appréciation". Il valore misurato è il coefficiente di attrito ( $\mu$ ). La valutazione del indice di stato I4 viene elaborato attraverso l'introduzione del coefficiente di attrito e la velocità a cui viene effettuata la prova (velocità definite nella norma SN640510) nel grafico seguente.

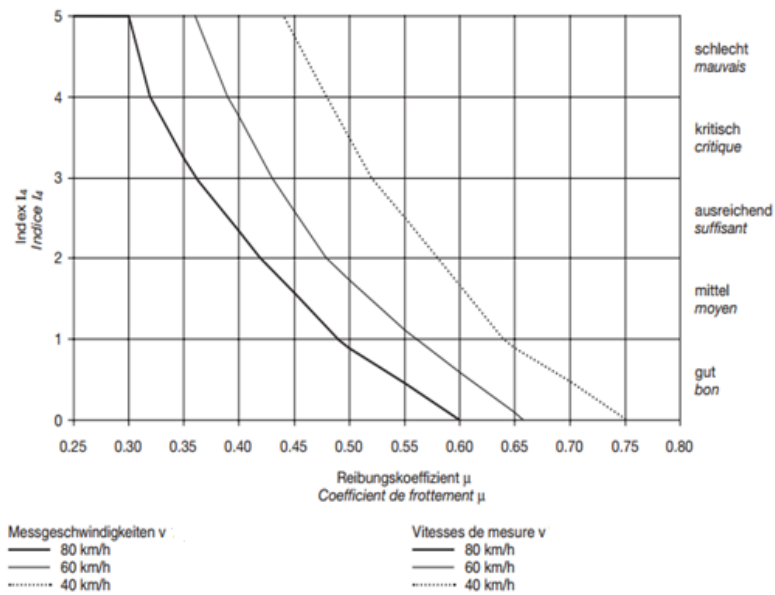


Grafico 5: Indice di stato I4

- Deflessione

Per la sua determinazione viene utilizzato il Benkelman beam in base alla norma SN670362 " *Poutre de Benkelman: appareil, mode opératoire et exploitation des résultats*" o da altri metodi riconosciuti.

Con la curva della normativa si introduce i dati ottenuti dalle prove di Benkelman beam (se si utilizza un metodo diverso deve essere adattata la curva) e sarà tenuto conto anche la classe di traffico (che dipenderà dal numero di veicoli pesanti). La curva, come in tutti i casi, fornirà un indice di stato della caratteristica misurata (da 0 a 5).

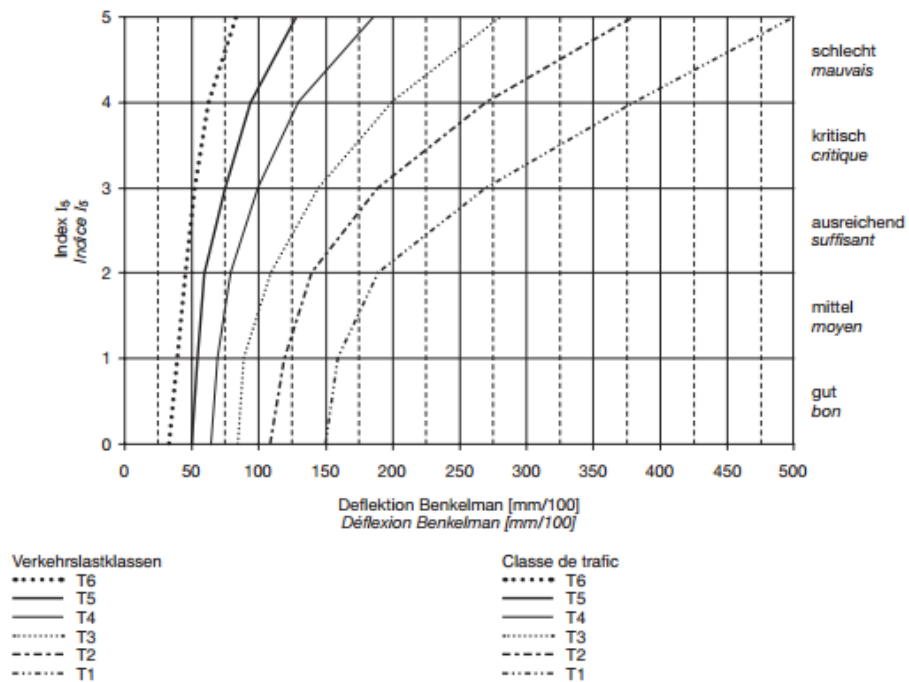


Grafico 6: Indice di stato I5

In questa guida verrà data una serie di raccomandazioni, come ad esempio è la frequenza delle misurazioni dello stato di una sezione (la frequenza dipende da vari fattori, come il traffico e le variazioni di stato previsto). Ma non deve mai superare i 5 anni tra le misure.

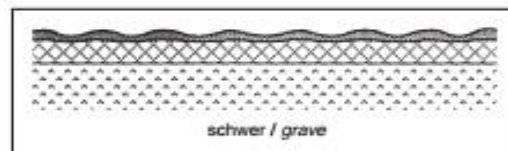
In una seconda parte del testo riguarda il modo in cui effettuare le campagne dell'ispezione visive. In questa parte viene il modo di trattare i dati rilevati e osservati per ottenere gli indici di degrado della pavimentazione (I0 e I1). C'è anche un dettagliato catalogo dei vari difetti nella pavimentazione con i valori per ciascuno dei difetti, come pure le foto e la spiegazione di ognuno di essi.

Come esempio si mostra una delle schede di uno dei difetti che preleva il catalogo.

## 10. Tôle ondulée

Relevé sommaire (attribut du groupe principal):	Déformations du revêtement
Relevé de détail (type de dégradation):	Tôle ondulée

**Description de la dégradation:**  
Petites vagues transversales, présentes surtout avant des zones d'arrêt (stop) et sur routes à forte déclivité. La longueur d'onde étant très petite (de 100 à 150 mm), il en résulte des vibrations très perceptibles dans les véhicules. Seules les couches supérieures du revêtement sont le plus souvent touchées par ces déformations.



Gravité de la dégradation	Description
faible S1	vagues transversales légères, à peine perceptibles en roulant
moyenne S2	vagues transversales, bien visibles et gênantes en roulant
grave S3	fortes vagues transversales donnant lieu à des vibrations importantes du véhicule en roulant

**Comparaison avec des dégradations semblables ( ):**  
1. Les déformations de poussée (11) se distinguent par le fait qu'elles sont à peine perceptibles en roulant, car elles sont horizontales et non verticales.

**Evolution de la dégradation:**  
Des petites flaches et bosses peuvent conduire sous l'effet du trafic à la formation de vagues toujours plus grandes et plus rapprochées. Les chocs provoqués lors du passage des véhicules entraînent la fissuration et par la suite la formation de nids de poule.

Figura 70: Schede catalogo dei difetti norma "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)



### **2.3.2.4.5. Inventario della rete stradale nazionale**

Nel 2008 l'USTRA (Ufficio federale delle strade) è diventato proprietario e responsabile della gestione di tutte le strade nazionali. Al fine di assicurare la gestione della sua infrastruttura stradale, l'USTRA sta sviluppando un sistema d'informazione per la gestione delle strade (MISTRA) e in particolare dei compiti strategici, di pianificazione e di esercizio. Il sistema MISTRA ha lo scopo di descrivere tutti gli elementi costitutivi delle strade nazionali.

Per questo si ha fatto una direttiva che definisce gli oggetti d'inventario e riprende le informazioni o i dati dei programmi esistenti nel perimetro delle strade nazionali. La direttiva è applicabile a tutte le attività dell'USTRA concernenti le strade nazionali di 1<sup>a</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>a</sup> classe dell'intero territorio svizzero.

Per una corretta gestione delle strade si deve descrivere tutti gli elementi costitutivi delle strade nazionali, l'inventario comprende una lista di oggetti definiti.

È inoltre strutturato in gruppi d'oggetto d'inventario (carreggiata, manufatto, ecc.) e in tipi d'oggetto (tratta a cielo aperto senza separazione dei sensi di marcia, svincolo, ponte, ecc.) che ne facilitano la lettura. Nel documento di questa direttiva fatto per l'USTRA (Oggetti d'inventario) l'obiettivo è definire e descrivere gli oggetti e i loro diversi tipi e gruppi, in modo da ottenere un inventario delle infrastrutture stradali, da utilizzare nella banca dati del sistema MISTRA. Questi dati vengono utilizzati come base per la gestione finanziaria degli investimenti (manutenzione, trasformazione e costruzione), ma non per l'imputazione diretta dei costi d'esercizio.

Gli oggetti sono definiti allo scopo di creare un catalogo completo di tutti gli elementi costitutivi delle strade nazionali con le loro caratteristiche formali e funzionali, in modo da organizzare tutte le informazioni disponibili e agevolare il lavoro dei collaboratori dell'USTRA.

Gruppi d'oggetto d'inventario (capitoli della direttiva):

- Carreggiata.
- Manufatti.
- Gallerie.
- Gallerie di protezione.
- Edifici delle Strade Nazionali e altre installazioni.
- Oggetti non appartenenti alle Strade Nazionali.

All'interno di questi gruppi di oggetti dall'inventario abbiamo i propri oggetti che la direttiva definisce e fa la descrizione di come si dovrebbe effettuare l'inventario di tale oggetto.

## 2.3.2.4 Spagna

### **2.3.2.4.1 Classificazione stradale**

#### Classificazione per dettagli tecnici

La legge stradale (*Ley de Carreteras*) fatta nel 1988 e più volte modificata, ha fatto una classificazione in base ai dettagli tecnici delle strade (caratteristiche funzionali e geometriche). Questa legge regola aspetti relativi ai servizi stradali attraverso norme, in risposta alle nuove prescrizioni tecniche e le attuali esigenze dell'utente.

In base all'articolo 2 della legge la classificazione stradale per aspetti tecnici è:

- Superstrade (autopistas):  
Sono le strade progettate, costruite e destinate all'uso esclusivo dei veicoli e soddisfa le seguenti caratteristiche:
  - Non hanno accesso alle proprietà adiacenti.
  - Non vi sono intersezioni a livello con altre strade.
  - Hanno carreggiate distinte per ogni senso di circolazione (salvo in casi eccezionali e temporanei).
- Autostrade (autovias):  
Queste non soddisfano tutti i requisiti delle *autopistas*, ma hanno carreggiate distinte per ogni senso di circolazione e limitazione degli accessi alle proprietà adiacenti.
- Percorsi veloci (*vías rápidas*):  
Strade con una sola carreggiata per circolazione e con limitazione degli accessi.
- Strade convenzionali:  
Sono quelle che non hanno le caratteristiche proprie delle superstrade, autostrade o percorsi veloci.

#### Classificazione in base all'ente gestore

C'è una classificazione stradale in base al gestore della strada. Secondo l'inventario attuale fatto nel documento PEIT 2005-2020 (*Plan estratégico de infraestructura del transporte*) esiste la seguente classificazione:

- Rete Stradale Nazionale (RCE) gestite dal governo centrale attraverso l'organismo Ministero di Fomento con il dipartimento che si occupa delle strade nazionali. Questa rete ha 25375 km. dei quali:

Tabella 19: Chilometri delle strade spagnole

Tipo di strada	Superstrade e autostrade	Autostrade a pedaggio	Doppia carreggiata	Strade convenzionali
Km delle strade	7647	2493	634	14620

- Strade regionali (Comunidades Autonomas) gestite dai governi delle Comunità Autonome e hanno 70936 km di strade.
- Strade provinciali appartenenti alle Diputaciones e hanno 68628 km.
- Strade comunali e urbane (361192 km).
- Strade gestite da altri organismi con 11355 km di strade.

#### 2.3.2.4.2. Gestione delle strade

Nella legge stradale (*Ley de Carreteras 1988*) si definisce la gestione stradale e le operazioni di conservazione e manutenzione, le misure finalizzate alla difesa della strada e al suo miglioramento, compresi la segnaletica, l'accesso e l'utilizzo delle aree di dominio pubblico e servitù.

In ogni caso l'ente che si occupa della gestione della strada è l'organismo corrispondente:

- il Ministero di Fomento (Governo Centrale) si occupa della gestione della Rete stradale nazionale .
- I governi autonomi (regionali) si occupano della gestione della Rete regionale .
- I diversi governi provinciali gestiscono la Rete provinciale.
- I comuni gestiscono la Rete interurbana.

Riguardo alla rete statale la legge stradale (*Ley de Carreteras 1988*) nell' articolo 18 specifica che normalmente lo Stato gestisce direttamente la propria rete, sia questa di utilizzazione gratuita per gli utenti, o eccezionalmente attraverso il pagamento di un pedaggio, il cui valore sarà approvato dal governo. La strada può anche essere gestita attraverso i diversi sistemi di gestione indiretta dei servizi pubblici definiti nella legge sugli appalti statali (*Ley de Carreteras 1988*).

#### **2.3.2.4.3. Finanziamento delle strade**

Le infrastrutture stradali, per il fatto che si tratta di beni di dominio e di uso pubblico, sono state principalmente inserite nel bilancio statale, attraverso l'indicazione delle risorse destinate ad investimenti di questo tipo . Le entrate fiscali sono inserite nei budget annuali per le infrastrutture viarie. Pertanto, tutti i contribuenti pagano le strade anche se non le utilizzano. La legge stradale spagnola (Ley de Carreteras 1988) permette anche (anche se non è stata mai applicata), l'imposizione di contributi speciali ai beneficiari diretti delle strade.

Il finanziamento della conservazione e manutenzione delle strade spagnole viene fatto attraverso le risorse in bilancio, ad eccezione degli investimenti effettuati dai concessionari di strade a pedaggio.

I metodi di finanziamento più comuni in Spagna per la manutenzione stradale sono:

- Direttamente a carico dell'amministrazione: è l'amministrazione che finanzia l'infrastruttura.
- Concessione con pedaggio diretto. Un'azienda privata concessionaria è responsabile della costruzione, gestione e manutenzione dell'infrastruttura viaria per un determinato tempo e sotto la supervisione dell'amministrazione pubblica sia la statale e le regionali. Il finanziamento viene fatto con il capitale della società, e l'azienda si finanzia con i pedaggi degli utenti.
- Concessione con pedaggio "ombra". È lo stesso del pedaggio diretto, ma in questo caso l'azienda concessionaria riceve il pedaggio dall'amministrazione pubblica statale o le governi regionali in base al numero di veicoli.
- Creazione di un ente pubblico che ha capacità di indebitamento ma le sue risorse provengono dal budget statale.

#### **2.3.2.4.4. Manutenzione stradale**

La rete stradale spagnola è divisa in 152 settori. Un totale di 92 vengono gestiti da aziende esterne attraverso quello che viene chiamato contratto di manutenzione integrata (outsourcing).

In questi contratti l'amministrazione fa un bando di gara per la manutenzione di una strada o un certo numero di strade e l'azienda aggiudicatrice, con i propri mezzi, è responsabile della manutenzione. Il Ministero di Fomento sempre controllerà e monitorerà i lavori di manutenzione delle aziende concessionarie. In 60 settori della rete la manutenzione della pavimentazione la fa direttamente il personale del Ministero.

Nella Spagna c'è stata un'evoluzione della gestione della manutenzione da una gestione diretta a contratti di manutenzione integrata a contratti di gestione privata. In questa gestione privata sono stati utilizzati degli indicatori al fine di valutare il livello di

servizio fornito dal contraente. La maggior parte delle amministrazioni stradali hanno contratti di manutenzione per lavori specifici, ma impiegano anche proprie risorse in alcuni lavori o in qualche parte della rete.

Recentemente alcune amministrazioni della Spagna hanno iniziato ad applicare i contratti di manutenzione stradale basati sui risultati da raggiungere o su indicatori (importati da altri paesi).

#### Contratti di manutenzione sulla base di indicatori:

Per questo sistema di manutenzione il contraente deve fare in modo che tutte le sezioni stradali che sono nel contratto vengano sempre mantenute in un stato uguale o superiore a quello definito nel contratto. Lo stato della strada sarà definito in base a diversi indicatori di qualità e di servizio che non devono essere superati (valori di soglia) o, se vengono superati, si impone un tempo massimo per la correzione. L'amministrazione pubblica avrà come missione il monitoraggio per l'adempimento del contratto. Se le condizioni (misurate con indici) non sono soddisfatte, concederà un tempo per ristabilire i livelli dei indicatori per parte del contraente. In caso di violazione di questo avrà stabilito sanzioni fissate nel contratto. Questo significa che è obbligatorio un' indicatori e livelli di servizio. Ciascuno degli indicatori ha il suo metodo di misura impostata previamente.

Gli elementi o servizi principali stabiliti nel contratto sono:

- Rugosità della pavimentazione (IRI).
- Aderenza della pavimentazione (CRI).
- Risposta alle emergenze.
- Pulizia della pavimentazione.
- Pulizia dei fossi stradali.
- Pulizia del drenaggio.
- Falciatura della vegetazione dei margini.
- Riflettività della segnaletica orizzontale.
- Installazioni viarie.

#### **2.3.2.4.5. La manutenzione ordinaria e straordinaria**

I programmi delle amministrazioni stradali in generale si distinguono tra manutenzione ordinaria e straordinaria. Ma nel budget annuale è compresa solo la manutenzione ordinaria, mentre la straordinaria non ha un budget fisso.

La differenza tra la manutenzione ordinaria e straordinaria è la seguente:

- Manutenzione ordinaria è quella destinata a ritardare i processi di degrado per la restante vita utile della strada. Comprende il monitoraggio e la manutenzione della pavimentazione, della rete di drenaggio, dei margini, della segnaletica e degli impianti, dell'illuminazione, della ventilazione, dei pannelli a messaggio variabile e della sicurezza in galleria e nelle zone urbane.
- Manutenzione straordinaria è l'attività che si occupa del miglioramento delle strade che hanno già raggiunto o sono prossime alla fine della loro vita utile.

#### 2.3.2.4.6. Dati economici ("Libro Verde")

Questo libro è un documento che ha lo scopo di mostrare il valore degli investimenti nella manutenzione delle infrastrutture per la società, e la loro promozione. Nel documento vengono riportati i dati e i benefici sia economici che sociali di una corretta manutenzione.

Vengono riportati valori reali di investimento per la manutenzione negli ultimi anni (risorse effettivamente stanziare):

Tabella 20: Investimento in manutenzione nella Spagna fonti Libro Verde

Anno	Investimento in Mrd€
2005	0,69
2006	0,89
2007	1,059
2008	1,15

È riportato anche il budget per la manutenzione stradale dell'anno 2009 per la rete statale (senza contare le autostrade con pedaggio), che è stato di 1,2578 miliardi di euro. Il grafico seguente mostra la differenza tra il budget per la manutenzione e quello per la costruzione.

### Budget 2009 per la rete statale

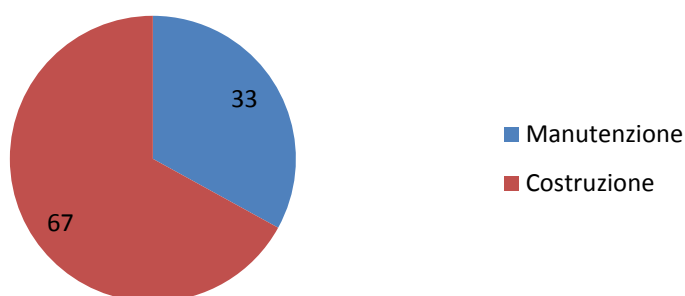


Grafico 7: Budget per la rete statale Spagnola per il 2009

Tenendo conto del valore del patrimonio netto della rete, vi è un deficit di investimento in manutenzione stradale, questo deficit è di 344.500.000 €. Nei paesi sviluppati il investimento nella manutenzione stradale si fissa nel 2.5% del valore patrimonio netto della rete.

Nello studio fatto per il Plan COEX si è stimato l'investimento necessario per il periodo 2005-2008 per bilanciare il deficit esistente.

Tabella 21: Investimento per bilanciare il deficit

Piano COEX 2005-2008	Investimento in milioni di euro
Sicurezza: correzione delle TCAs	2945
Riabilitazione della pavimentazione	2859
Riabilitazione dei ponti	217
Conservazione integrata	1633
<b>Totale</b>	<b>7654</b>

Il documento riporta anche i valori di investimento nella gestione stradale per ogni amministrazione.

Tabella 22: Investimenti per ogni amministrazione nell'anno 2006.

Investimento nelle strade per Amministrazioni		2006 (milioni di euro)
Amministrazione Centrale	Costruzione	2224000
	<b>Manutenzione</b>	<b>1059736</b>
	Totale	3283736
Amministrazioni Regionali	Costruzione	1984608
	<b>Manutenzione</b>	<b>717013</b>
	Totale	2701620
Amministrazioni Provinciale	Costruzione	512708
	<b>Manutenzione</b>	<b>460579</b>
	Totale	973287

#### **2.3.2.4.7. Sistema di gestione della pavimentazione**

La DGC (Delegacion General de Carreteras) ha fatto un sistema di gestione della pavimentazione (PMS) che permette ai tecnici responsabili prendere decisioni basandosi su dati esistenti nell'inventario di pavimentazione. Per alla creazione del inventario la DGC ha creato una guida per alla realizzazione e aggiornamento del stato della pavimentazione nella rete stradale nazionale. Questa guida è destinata all'uso da parte dei responsabili per la manutenzione stradale e le aziende relative con la conservazione della rete stradale nazionale (RCE).

Questo inventario sarà utile per il sistema de gestione della pavimentazione della DGC, essendo la sigla in spagnolo di questo sistema SGF. Il sistema di gestione utilizza questo inventario per controllare le caratteristiche di geometria e le condizioni della pavimentazione. Con questo si crea un modello di evoluzione della degradazione del pavimento. Anche si fa un modello di pianificazione della strategia della manutenzione per le diverse sezioni.

Il inventario si può trovare in internet, dove il Ministerio di Fomento permette la consultazione ed il aggiornamento via web.

La DGC (*Delegacion General de Carreteras*) ha creato una politica di manutenzione della pavimentazione e con questa politica si ha progettato un PMS (*Sistema de Gestion de Firmes*). Poi lo schema di azione previsto nel sistema creato e questo schema si puo essere trovato nella guida "*Guía para la actualizacion del inventario de firmes de la Red de Carreteras del Estado*".



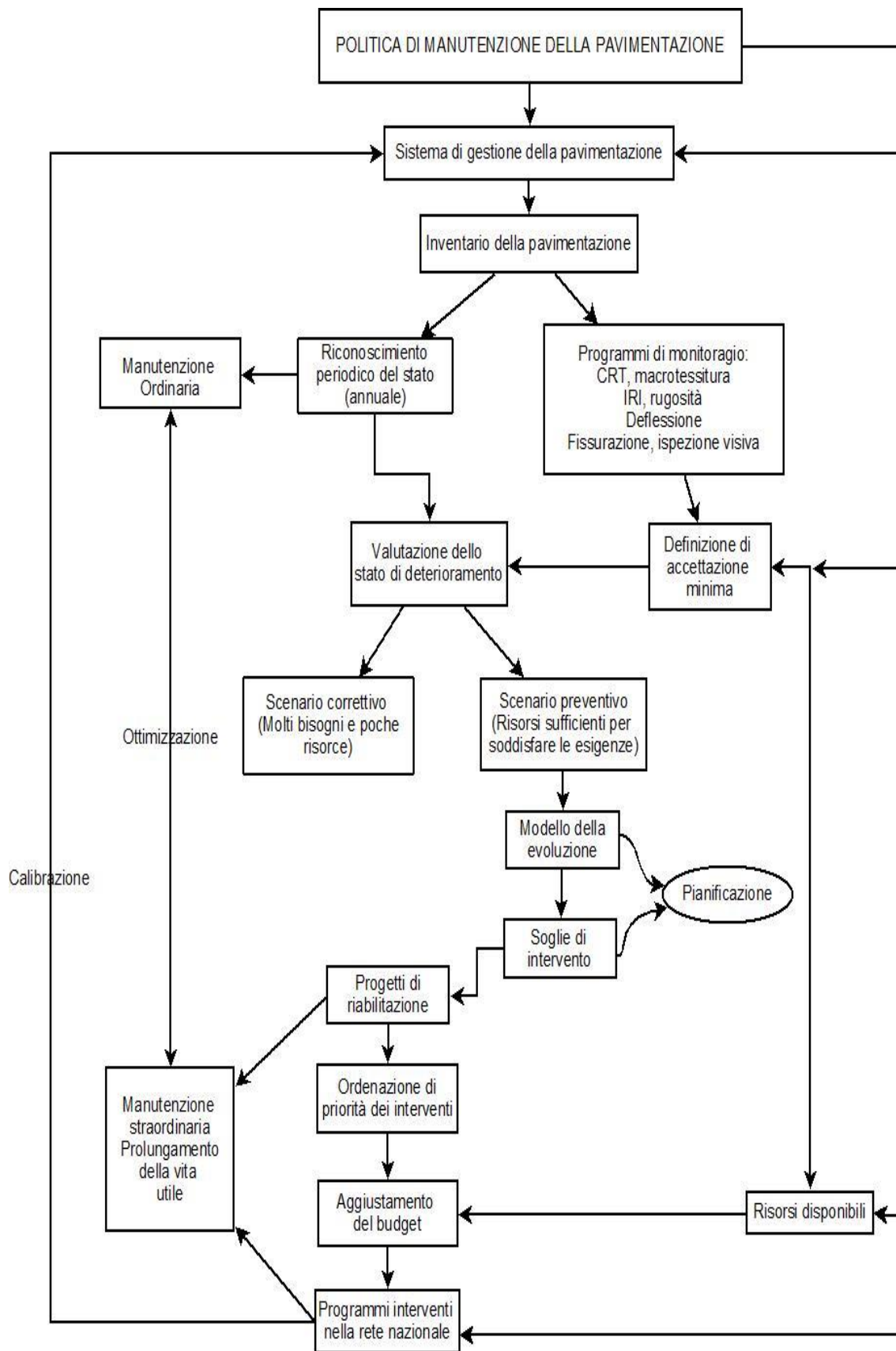


Figura 71: Schema funzionamento sistema spagnolo de gestione della pavimentazione

#### **2.3.2.4.8. Guida per la riabilitazione della pavimentazione**

Il Ministerio de Fomento ha fatto una guida per la riabilitazione della pavimentazione, e si chiama Rehabilitación de Firmes Orden Circular 9/2002. In questa norma specifica le tecniche esistenti, le procedure e quando sarà necessario effettuare la riabilitazione. Ma non riguarda nelle questioni della gestione e manutenzione ordinaria.

La cosa interessante di questa guida in questo studio è che esso segna i criteri per a quando sarà necessario la riabilitazione della pavimentazione.

Questi criteri sono divisi in esigenze di riabilitazione strutturale o esigenze di riabilitazione superficiale:

- **Strutturale.**  
Le necessità d'una riabilitazione strutturale sorgerà se si verifica qualunque situazione seguenti:
  - Esaurimento strutturale, viene valutata mediante ispezione visiva e una auscultazione, eseguito con strumenti ad alte prestazioni o esami puntuali.
  - Previsione di crescita del traffico pesante.
  - Eccessi di spese nella manutenzione ordinaria. Si fissa una soglia oltre la quale indicherebbe un aumento di tali spese deve precedere un cambiamento nella strategia di conservazione.
- **Superficiale.**  
La riabilitazione superficiale è giustificata se si genera qualunque dei seguenti eventi:
  - Quando la superficie della pavimentazione presenta una carenza che interessano alla sicurezza della circolazione, al comfort gli utenti o alla durabilità della pavimentazione. Le carenze sono le seguenti:
    - Pavimentazione scivolosa per smalto o per mancanza di microrugosità.
    - Deformazioni longitudinale o trasversale.
    - Eccessiva fissurazione.
  - Quando ci sono sezioni di brevi lunghezze (meno di 200 m) non hanno bisogno di riabilitazione ma sono tra due sezioni che se sono riabilitati.
  - Per ragioni di conservazione preventiva.

Tutto lo stato della pavimentazione la norma fornirà quale metodi vengono utilizzati per a misurar i difetti della pavimentazione. Questi metodi sono: metodi visuali descritto nella guida, testi di deflessione (ottenuto con il modello standard usando la trave di Benkleman, secondo il metodo di recupero elastico della superficie Norma NLT-356) e usando il indice IRI.

## 2.3.2.5 Conclusioni

### 2.3.2.5.1 Classificazione stradale

Tabella 23: Classificazione stradale

	CLASSIFICAZIONE STRADALE			
	Gestione	Funzionalità	Aspetti tecnici	Altri
Italia	Si. Le strade statali, regionali, provinciali e comunali	Si, vengono classificati in Autostrade, Strade Extraurbane, Strade Urbane e Strade Locali	Si, in funzione della loro classificazione funzionale vengono associati anche una serie di aspetti tecnici che si devono compiere	No
Inghilterra	Si. La rete stradale si classifica in Primary Route Network PRN, Strategic Road Network SRN	Si, la rete stradale viene classificata in le seguenti categorie stradale A Roads, B Roads, C Roads e U Roads	Si, a seconda della classificazione anteriore le strade hanno una categoria o altri. Queste caratteristiche sono riportate nella <i>Guidance on Road Classification and the Primary Route Network</i>	No
Germania	Per la autorità incaricata della loro manutenzione: Governo Federale, Governo Statale e Governo Locale	Si, la rete stradale viene classificata in: Autobahn (Autostrade); Bundesstrassen (Strade federale); Landerstrassen (Strade statale); Kreisstrassen (Strade regionale) o Gemeindestrassen (Strade locale)	Si, a seconda della classificazione anteriore la rete svolge una funzione oppure altra	No
Spagna	Si. Nazionale; Regionale; Provinciale; Comunali;Altri	Si	Si. Superstrade; Autostrade; Percorsi veloci; Convenzionali	No
Svizzera	Si. Nazionale; Cantionali; Comunali	Si, strade urbane e strade extraurban	Si. Le strade nazionali in prima, seconda o terza classe.	No

Così come nei paesi extraeuropei, tutti i paesi analizzati nel ámbito europeo presentano più di una classificazione della loro rete stradale.

Tra tutti i diversi criteri impiegati per alla classificazione, si devono accennare il criterio basato sulla gestione della rete e anche il criterio che si basa sulla funzionalità.

Nello referente alla classificazione secondo la gestione, di solito la rete stradale si può classificare in tre livelli. Questi tre livelli si corrispondono con i tre livelli della amministrazione, cioè con un primo livello nazionale, un secondo livello che è il referente alle regione, cantoni o stati e per ultimo un livello locale.

D'altra parte, la classificazione in funzione della funzionalità, cioè secondo il ruolo che la strada svolge all'interno della propria rete stradale, è anche fondamentale perché a seconda di questa classificazione i bisogni saranno diversi. Le necessità di una strada con alte prestazioni come può essere una autostrada non saranno mai le stesse che le possa avere una strada locale.

Queste due classificazione sono molto importante nella manutenzione stradale perché saranno la base per la definizione futura delle responsabilità.

### 2.3.2.5.2 Responsabilità sulla rete stradale

Generalmente, in tutti i paesi europei analizzati la responsabilità di gestione della rete, della sua manutenzione e pertanto della misurazione dello stato in cui si trova viene determinata dal proprietario della stessa.

Nei paesi analizzati di solito, la responsabilità si può dividere in tre livelli: nazionale, regionale e locale che si corrispondono con la struttura in cui vengono organizzati i differenti paesi.

Tabella 24: Responsabilità sulla rete stradale

	Finanziamento			
	Gestione	Manutenzione	Finanziamento	Misurazione
Italia	Governi Statali e Governi Regionali e Governi Locali	Ciascuna degli diversi amministrazione hanno l'obbligo legale di incaricarsi della manutenzione della loro rete	Non c'è una metodologia di finanziamento definita, finanziamento e risorse a pioggia	In teoria, deve essere effettuato per la proprietaria della strada ma nella pratica pochi amministrazione o nessuna lo effettuano
Inghilterra	La Highways Agency e l'autorità incaricata della gestione della rete SRN e parte della PRN. Le differenti autorità locali sono le incaricati della gestione dell'altra parte della PRN e delle strade della loro rete	Possono essere raggruppate in: The Highway Agency, Transport for London e le diversi autorità locali	Molta diversità nella finanziamento tra le differenti agenzie incaricata. Esiste tutta una serie di fonti comuni di finanziamento come ad esempio i LTP, iniziative pubblico-private, etc che devono essere specificate nel HAMP	Si, ogni agenzia è incaricata della missurazione dello stato della loro rete.
Germania	Ogni amministrazione è la responsabile della gestione della loro rete	Ogni amministrazione è la responsabile della manutenzione della loro rete	Il finanziamento della rete federale avviene attraverso il piano di finanziamento (IRP) che ha una validità di 5 anni.	Si, ogni amministrazione è incaricata della missurazione dello stato della loro rete.

Tabella 25: Responsabilità sulla rete stradale (Continuazione)

		Finanziamento			
		Gestione	Manutenzione	Finanziamento	Misurazione
Spagna	Governo Centrale (Rete Nazionale); Governi regionali (rete regionale); governi provinciali (rete provinciale); comuni	Gestito da diverse amministrazioni, e effettuata dalle autorità pubbliche (Ministerio de Fomento o amministrazioni regionali o provinciale), aziende pubbliche o aziende private in outsourcing (si sta fomentando)	Governo Centrale (gestito per il Ministerio de Fomento); amministrazioni regionali; amministrazioni provinciale	Vengono misurate dalla azienda o ente responsabile della manutenzione e controllato dal Ministerio de Fomento o la amministrazione provinciale o regionale.	
Svizzera	In tre livelli: Confederazione (governo centrale), Cantoni, Comuni	Strade Nazionale (La Confederazione sotto la gestione dell'USTRA), Strade Cantionali (Cantoni) e Strade Comunali (Comuni).	Confederazione (Strade Nazionali, Cantionali e Comunali); Cantoni (Strade Cantionali), Comuni (Strade Comunali)	L'ente che esercita la manutenzione e queste misure sono controllati dall'USTRA	

Per quanto riguarda al finanziamento, di solito si divide anche in tre livelli: nazionale, regionale e locale dove, come si ha detto sopra, ciascun enti è responsabile della loro rete. In questa divisione si deve dire che gli enti di livello superiore forniscono de risorse e soldi a quelli di ordine minore.

Nello referente alla misurazione dello stato della rete stradale di solito è il proprietario della rete chi si occupa di questi lavori. Come eccezioni si deve evidenziare il caso della Spagna, dove la misurazione viene effettuata da enti terzi sotto il controllo della amministrazione nazionale, regionale o provinciale. Questo sarà di molta utilità per comprobare in modo obbiettivo l'efficacia della manutenzione stradale, supratutto nei casi di outsourcing.

### 2.3.2.5.3 Definizione del Budget (Finanziamento)

Nello referente alla definizione del budget, di solito la maggiore parte della finanziamento viene fornita dalle diverse autorità nazionale. Queste distribuiscono i fondi tra le organizzazione e amministrazione di livelli minore. A questo si deve aggiungere le potenziali risorse che le diverse autorità regionale aggiungono a questi fondi nazionale per il finanziamento delle loro attività manutentive e per la ripartizione alle amministrazione di livello ancora minore.

Dovuto a questo sistema di finanziamento, in cui ci sono tanti entrate e uscite e in tanti livelli amministrativi differenti, è molto complicato capire la quantità esatta di risorse utilizzate per la manutenzione stradale, rendendo molto difficile avere una buona comparativa tra i differenti paesi.

Tabella 26: Finanziamento della gestione della manutenzione stradale

	Finanziamento		
	Come viene definito	Quantia (€)	Criteri specifici per il budget della manutenzione
Italia	on c'è una formula/modello concreto per la definizione del budget necessario per la manutenzione.	Nel 2012, l'ANAS ha speso un totale di 253,39 milioni di euro per la manutenzione della loro rete	No
Inghilterra	Viene determinato attraverso il HAMP (Highway Asset Managemnt Plan)	Sono statti spesi 1,754 miliardi di euro nel 2012	Il totale di risorse disponibili per spendere nella manutenzione stradale viene determinato attraverso una gran quantità di fonti diverse tra di loro, si deve effettuare un analisi per determinare che con la combinazione di tutte queste fonti si coprano le necessita di finanziamento
Germania	Viene determinato nei piani di Investitionsrahmenplan für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP)	12,6 miliardi di euro nel periodo 2011 a 2015	I piani di investimento (IRP) vengono determinati in funzione della domanda

Tabella 27: Riassunto della finanziamento della gestione della manutenzione stradale (Continuazione)

	Finanziamento		
	Come viene definito	Quantia (€)	Criteri specifici per il budget della manutenzione
Spagna	In budget di costruzione e budget di manutenzione. E per a ogni amministrazione e per le strade Nazionale un budget totales per strade fatto per il Ministerio de Fomento	1,257 miliardi di euro è il totale investimento in manutenzione nel 2009.	Negli ultimi anni hanno creato gli strumenti per la gestione della pavimentazione per regolare i budget, ma non sono usate.
Svizzera	Confederazione: Finanziamento Speciale per il Traffico Stradale (FSTS), Il Fondi Infrastrutturale, Compiti tra Confederazione e Cantoni (NPC). Cantoni: Contributi dei Cantoni. Comuni: Contributi dei Comuni	Strade Nazionali Manutenzione e esercizio 1,265 miliardi. Nelle strade principali 137 milioni dal Confederazione.	In alcuni casi viene data priorità alcuni lavori di manutenzione a seconda del valore degli indici di stato. Ma di normale vengono già definiti il budgets per alle diversi lavori.

Come si può estrarre dalle tabelle riassuntive, il paese che più investe nella manutenzione della loro rete stradale è la Germania, con una inversione totale che raddoppia quella dei altri paesi. Anche si deve fare riferimento alla Spagna, paese con una delle rete stradale più lunghe della Europa investe lo stesso che la Svizzera che ha una rete stradale circa una cinque volte minore.

Come esempio di buona gestione del budget e del finanziamento, si deve evidenziare il caso dell'Inghilterra dove si stabilisce un controllo sulle differenti fonti di risorse per assicurare la combinazione esatta in modo di garantire il finanziamento necessario.



### 2.3.2.5.4 Misure del stato della pavimentazione

Tabella 28: Riassunto della misurazione dello stato della pavimentazione

STATO DELLA PAVIMENTAZIONE			
	Viene Misurato	Indici misurati	Forma di misurare
Italia	A livello generale non è una pratica molto frequente. L'unica regione che ha un programma proprio per la misurazione dello stato è Regione Lombardia	Nella Regione Lombardia ci sono definiti tutta una serie di indici come il IRI, CAT, la misurazione delle deflessione... per determinare lo stato della pavimentazione	La Regione di Lombardia ha definito tutta una serie di procedure dove si determinano le forme di misurazione
Inghilterra	Si	Attraverso delle procedure di misurazione stabilite nel UKPMS si arriva fino a la redazione dei indici NI168 e NI169 che determinano lo stato della rete stradale	Si misurano attraverso il SCANNER e le procedure di CVI e DVI
Germania	Si	I principali parametri misurati della rete stradale sono la regolarità superficiale, la resistenza allo slittamento e i danni superficiali. Attraverso questi misure si fornisce un indice globale che varia tra 1 e 5 che indica lo stato della pavimentazione.	Tutti i parametri indicati si misurano di solito attraverso veicoli specialmenti adatti per la loro raccolta che possono circolare nel traffico regolare

Tabella 29: Misurazione dello stato della pavimentazione (Continuazione)

STATO DELLA PAVIMENTAZIONE			
	Viene Misurata	Indici misurati	Forma di misurare
Spagna	SI	Soprattutto gli indici rugosità della pavimentazione (IRI), aderenza della pavimentazione (CRI). Ci sono anche altri indici che misurano la qualità della manutenzione, come ad esempio la pulizia della pavimentazione, manutenzione vegetazione, ecc.	Viene misurata da agenzie che si occupano di manutenzione e le autorità pubbliche controlla per la conformità.
Svizzera	Si	Degrado della pavimentazione (I0 e I1); Rugosità longitudinale (I2); Rugosità trasversale (I3); Aderenza (I4); Deflessione (I5). Definito nella norma: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC)	Definito nella norma: "Gestione dei l'entretien des chaussées" (GEC). Ogni indice varia tra 1 e 5

Tabella 30: Valori di soglia per lo stato della pavimentazione

STATO DELLA PAVIMENTAZIONE		
	Ci sono valori di soglia di accettazione	Quali sono
Italia	Si, nella Regione Lombardia nella sua normativa si domanda la loro definizione per ogni indici di stato nel piano di manutenzione a livello di rete.	Si devono definire per ogni indice misurato.
Inghilterra	C'è un sistema che attraverso la relazione tra la probabilità e la severità dei differenti dissesti sulla strada permette la determinazione della categoria di risposta per il ripristino delle caratteristiche	Attraverso il confronto del fattore di rischio si identifica la categoria di intervento.
Germania	Si, per le strade federale dopo l'analisi dei differenti indici di stato si fornisce un indice globale dello stato globale della pavimentazione.	Si definisce che un valore del indice minore a 1,5 non è tollerabile.
Spagna	Si. Per verificare che le aziende o agenzie responsabile per la manutenzione sono conformi al contratto ed eseguire una manutenzione in conformità con i termini del contratto.	Questi minimi saranno stabiliti nel contratto stipulato tra l'azienda e la pubblica amministrazione.
Svizzera	Nella norma è definito 5 livelli di stato della pavimentazione per ciascun indice: buono, media, sufficiente, critico e male.	Vengono nella normativa.

Come si può osservare, in tutti i paesi europei ci sono tutta una serie di indici che permettono definire lo stato in cui si trova la pavimentazione stradale, di solito e con questo obiettivo presente si usano più di un indice che variano da un paese a l'altro in modo da adattarsi alle caratteristiche particolare di ciascun paesi.

Nonostante questo, si deve evidenziare che nei paesi analizzati sebbene impiegano indici diversi la base sulla che si fondamentano è di solito la stessa. Misurandosi la regolarità superficiale, la aderenza, la resistenza allo slittamento e i difetti superficiali. Con l'obiettivo di avere una valutazione corretta di questi parametri la misurazione avviene sempre attraverso normative e procedure normalizzate sia a livello europeo che extraeuropeo in modo che si garantisce la loro qualità.

Nello referente a l'esistenza di valori di soglia, si può estrarre dall'analisi che nei paesi più avanzati nel campo della manutenzione stradale, come possono essere la Germania o la Svizzera per esempio, questi valori esistono e sono definiti in modo chiaro dalla

normativa. Grazie alla definizione chiara di questi valori la pianificazione dei interventi manutentivi sulla rete è più agevole.

Per finire questa parte, si deve accennare il caso dell'Italia che forse sia dei paesi europei analizzati il paese con una situazione rispetto alla manutenzione stradale meno sviluppata che il resto dei paesi. Nonostante questo, si deve evidenziare lo sforzo che sta facendo la Regione Lombardia nell'ambito della manutenzione stradale per combattere questa situazione mediante la creazione e adozione di un sistema di gestione della manutenzione stradale.

### 2.3.2.5.5 Reglamentazione speciale per la manutenzione

Tabella 31: Regolamentazione esistente

	REGOLAMENTAZIONE
	Quali sono
Italia	Codice della Strada (CdS); Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle strade, delle loro pertinenze ed opere d'arte – Asse di intervento 6.1.10 «Altre azioni per il miglioramento delle infrastrutture di trasporto regionali»; Bozza del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) sui criteri per la classificazione delle strade esistenti; Circolare del ministero delle infrastrutture e dei trasporti n°3699 del 8/06/2001
Inghilterra	UKPMS User Guide Manual; Government Transport Policy; Transport Asset Management Guidance; Well-Maintained Highways; Highway Asset Management Plan
Germania	Bundesverkehrswegepläne (BVWP); "Direttiva di pianificazione per interventi di manutenzione per pavimentazioni stradali" (RPE-Stra01); Road monitoring and assessment (ZEB); PMS
Spagna	Rehabilitación de Firmes Orden Circular 9/2002; Guia para la actualizacion del inventario de firmes de la Red de Carreteras del Estado.
Svizzera	" <i>Gestione dei l'entretien des chaussées</i> " (GEC); Direttiva gli oggetti d'inventario.

Questi sono le principali norme, linee guida, standard... riferimenti impiegati nello riferenti alla gestione e pianificazione della manutenzione stradale nei paesi analizzati.

### **2.3.2.5.6 Aspetti vantaggiosi a considerare**

Da tutto lo visto è possibile estrarre le seguenti conclusioni riferite ai diversi sistemi di gestione della manutenzione stradale:

- Una buona definizione e classificazione della rete stradale in funzione della gestione e della funzionalità permette una definizione chiara e pertanto senza dubbi delle responsabilità di ciascuna amministrazione rispetto alla rete stradale.
- Per una buona pianificazione della gestione della manutenzione stradale si deve avere anche una definizione chiara e una gestione efficace dei risorse disponibili.
- Si deve avere almeno un indice che indichi lo stato in cui si trova la pavimentazione, senza la misurazione di questa informazione non è possibile determinare in maniera obiettiva le necessità di una sezione stradale.
- Per la definizione dei indici di stato si deve far ricorso a dati rappresentativi delle condizioni della pavimentazione che possano essere definiti e raccolti in maniera obiettiva.
- Avere definiti tutta una serie di valori minimi o di soglia, è uno strumento di grande aiuto per la omogeneizzazione delle prestazioni stradali tra le diverse amministrazioni incaricate della manutenzione e per garantire un livello di servizio minimo agli utenti.

## **3. Sondaggio Internazionale: Questionari Inviati**

### **3.1. Introduzione**

Una volta analizzati i diversi sistemi e metodologie impiegati per la gestione della manutenzione stradale nei paesi più importanti, sia a livello europeo che extraeuropeo, soprattutto Italia e Spagna, si prosegue l'analisi sul resto del mondo per capire quale è la situazione reale a livello mondiale, e non solo su i paesi più avanzati in questo campo.

Nella parte bibliografica della presente tesi ante, si sono cercati tantissimi documenti da diverse fonti non ottenendo per quanto riguarda gli aspetti più significativi della gestione della manutenzione stradale, il grado di dettaglio necessario per la comparazione tra i differenti paesi. Si è quindi pensato che il migliore metodo per raggiungere tale obiettivo sia quello di inviare un questionario alle principali organizzazioni, amministrazioni ed enti di tutto il mondo.

Si è scelto il questionario come strumento per questo sondaggio perché è l'unico metodo che permette, in modo agevole e facile, di ricavare tutta l'informazione relativa ai differenti aspetti pi della gestione della manutenzione della pavimentazione stradale.

Gli aspetti che sono stati indagati sono i seguenti:

- Rete stradale gestita
- Sistema di gestione della manutenzione stradale
- Aspetto finanziario della manutenzione stradale

Sono stati scelti questi aspetti perché sono quelli che descrivono le linee generali di qualsiasi sistema di gestione della manutenzione stradale e pertanto permettono di avere una base di riferimento comune per poter effettuare successivamente la comparazione e le opportune analisi.

### **3.2. Questionario inviato: Domande poste**

In questa parte, vengono approfonditi gli aspetti sui quali si è basato il questionario e che hanno portato alla definizione delle domande.

Si deve tener conto che nella redazione del questionario, si è tenuto sempre presente la difficoltà di ricevere risposta e pertanto si è tentato di realizzare il maggior numero di domande in modo chiuso (si o no) oppure domande che richiedono di indicare tra una serie di parametri elencati quelli che corrispondono alla situazione del paese.

Tenendo conto di tutto questo e come si accennava nell'introduzione, il questionario si può dividere nelle seguenti tre parti.

### **3.2.1. Rete stradale gestita**

Con questa prima parte, si tenta di capire quali siano le caratteristiche principali della rete stradale.

Queste caratteristiche le possiamo dividere in due sottogruppi, il primo relativo alle caratteristiche fisiche cioè la loro lunghezza e larghezza, e l'altro relativo alle loro caratteristiche funzionali, cioè rispetto alla funzione che svolge la strada nella rete, in altre parole se la strada è urbana o secondaria/extra urbana. Un'ulteriore indicazione richiesta è stata il numero di corsie della categoria stradale.

Si deve evidenziare che sono escluse le autostrade e le autostrade a pedaggio perché di solito per la loro importanza sono mantenute in un buon stato funzionale, cosa che non accade sul resto della rete.

Tenendo in conto tutto questo, si è formulata la seguente domanda:

*1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?*

Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway	
	Dual carriageway	
Secondary/Rural roads	Single carriageway	
	Dual carriageway	

### **3.2.2. Gestione della manutenzione stradale**

Nella seconda parte del questionario ci si è concentrati su tutto ciò che è relativo alla gestione della manutenzione stradale cioè se c'è un sistema per la gestione, e in caso affermativo come questo funzioni, cosa si misura e come vengono determinati gli indici di stato.

In primo luogo bisogna definire quali sono le basi sulle quali si basa la gestione delle strade, si deve definire il riferimento giuridico e normativo che servirà come riferimento per lo sviluppo posteriore di qualsiasi sistema di gestione della manutenzione stradale. Per questo motivo la prima domanda che si è posta stata:

*2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes/No]*

Il passo successivo è stato quello di determinare chi è il responsabile della manutenzione stradale. Per questo si è chiesto se esistono agenzie oppure organizzazioni specificatamente dedicate alla gestione della manutenzione stradale.

La domanda è stata pertanto:

*3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads?  
[Yes/No]*

Come si è indicato prima, si sono in seguito analizzati gli aspetti più specifici della gestione, che sono gli aspetti che interessano in più.

La prima domanda specifica ha riguardato l'esistenza di un sistema per la gestione della manutenzione stradale.

*4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes/No]*

Questa domanda, è un primo filtro molto semplice che ha permesso di determinare già la situazione generale del paese rispetto alla manutenzione stradale. Il fatto di avere implementato un sistema di questo tipo presuppone un gran passo in termini di gestione della manutenzione stradale.

Poi si è passati ad aspetti più significativi e caratteristici del sistema di gestione della manutenzione stradale.

Le prime domande fanno riferimento alla misurazione dello stato della pavimentazione:

*5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes/No]*

E ai parametri che si misurano:

*6. What kind of data is collected?*

Per rispondere a questa domanda si fornisce al destinatario un elenco dei principali dati rilevati per la determinazione delle condizioni della pavimentazione tra i quali deve scegliere quali si usano nel suo paese.

L'elenco di dati è il seguente:

- Visual distress surveys
- Roughness
- Bearing capacity
- Rutting
- Cracking percentage
- Road profile
- Deflection data
- Skid Resistance



- Other:

Ora bisogna capire quale è l'analisi che avviene fatta con questi dati, cioè se con questi dati si elabora un indice numerico che permetta rappresentare lo stato della pavimentazione.

Per soddisfare questa necessità, si è posta la seguente domanda:

*7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes/No] If Yes, please what the indices are.*

- Ruth Depth
- International Roughness Index (IRI)
- Structural Strength Index (SSI)
- Skid
- Cracking severity
- Pavement Condition Index (PCI)
- Present Serviceability Index (PSI)
- Other

Anche in questa domanda, per facilitare la risposta, si elencano i principali indici numerici impiegati nei diversi sistemi di gestione della pavimentazione stradale per indicare lo stato della pavimentazione.

Per finire con questa serie di domande specifiche sul sistema di gestione, manca solo di determinare se sono definiti per i diversi indici di stato dei valori di soglia e di accettazione che permettano di avvisare e allertare il gestore quando si raggiunge uno stato critico per l'infrastruttura stradale.

*8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes/No]*

### **3.2.3. Aspetto finanziario della manutenzione stradale**

Infine, la terza parte del questionario ruota attorno a tutto quello che è relativo all'aspetto economico e finanziario della manutenzione stradale. Con questa parte, si pretende di approfondire quali siano i responsabili dell'allocazione dei fondi, quali siano i criteri che vengono utilizzati per ripartire le risorse, la provenienza delle risorse e il valore di questi finanziamenti.

Dal momento che il questionario è stato inviato in tutto il mondo, si è tenuto presente il fatto che le valute utilizzate sono diverse, per questo si è deciso di predisporre due questionari, uno destinato a tutta la zona europea, dove le unità monetarie sono in euro, e un altro per il resto del mondo dove si è utilizzato come moneta di riferimento il dollaro

La prima domanda di questa parte versa sui criteri impiegati per determinare le priorità di investimento e la quantità di risorse da allocare.

Questa domanda chiede se i criteri che definiscono lo stato della pavimentazione sono impiegati per la definizione delle priorità nell'investimento.

*9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes/No]*

La seguente domanda, riguarda la definizione generale del budget. Cioè si c'è un budget specifico per la manutenzione stradale. Con questa domanda si tenta di capire il livello d'investimento reale che si effettua sulla rete stradale solo per interventi di manutenzione.

Nel questionario si è riportata tutta una serie d'intervalli con i quali indicare il valore del investimento effettuato in manutenzione ordinaria, riabilitazione, nuova costruzione e miglioramenti sulla rete stradale

*10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]*

Definito il livello di investimento, manca di definire la provenienza delle risorse.

Per questo motivo, nel questionario si specifica di indicare su tutta una serie di risorse, che di solito sono le più frequenti nel finanziamento della manutenzione stradale, cioè quali sono le fonti che si impiegano.

*11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.*

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees

Adesso, si chiede di indicare chi è il responsabile dell'allocazione delle risorse:

*12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?*

Definito chi è il responsabile dell'allocazione delle risorse, si deve definire che criterio si impiega per effettuare questa allocazione. Si domanda pertanto come vengono allocate le risorse tra i differenti elementi che compongono la infrastruttura stradale.

*13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?*

Per finire questa parte e con esso il questionario, si sono poste un paio di domande relative all'esistenza di criteri minimi da soddisfare per essere in grado di ricevere il finanziamento.

*14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget?*

*15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements?  
[Yes/No]*

### **3.3. Risposte al questionario**

Allo stato attuale al questionario hanno risposto 6 paesi (o regioni) tra tutti i paesi a cui il questionario è stato inviato. i paesi che hanno risposto sono:

- Tre Europei: Slovenia, Estonia e Romania.
- Tre Extra-Europei: Iran e due stati degli Stati Uniti (Nevada e Washington).

#### **3.3.1. Clasificazione della rete e km di rete**

##### 3.3.1.1. Europa

In Europa si ha la seguente tabella con i chilometri di rete per ciascuno dei tre paesi:

Tabella 32: Risposte relative alla classificazione e alla lunghezza della rete stradale (Europa)

Country or region	Km network					Note
	Urban		Secondary		Total	
	Single	Dual	Single	Dual		
Slovenia	2600	400	17000	1000	21000	
Estonia	4947		36359	-	41306	
Romania	Other clasification				82938	530 km Highways; 35000 km county roads; 32000 km country road; national roads: 15408 km



### 3.3.1.2. Extra-Europa

Nei paesi extra-europei a questa domanda ha risposto solo lo stato del Nevada, ma con una classificazione diversa da quella fornita inizialmente nel questionario. Questo è dovuto al fatto che questo stato non classifica le strade nel modo che è stato stabilito dal nostro questionario.

La risposta fornita è la seguente:

Tabella 33: Risposte relative alla classificazione e alla lunghezza della rete stradale (Extra-Europa)

Road classification Nevada (U.S.A.)		Total length	Average width
Urban roads	Interstate Routes	127.456 miles	12-13 foot
	US Routes	105.944 miles	10-12 foot
	State Routes	368.222 miles	10-12 foot
	Frontage Roads	49.138 miles	10-12 foot
	State Parks	0 miles	10-12 foot
	Access Roads	9.476 miles	10-12 foot
Secondary/Rural roads	Interstate Routes	461.638 miles	12-13 foot
	US Routes	1723.979 miles	10-12 foot
	State Routes	2246.039 miles	10-12 foot
	Frontage Roads	223.846 miles	10-12 foot
	State Parks	55.276 miles	10-12 foot
	Access Roads	22.141 miles	10-12 foot

### 3.3.2. Standard, linee guide, norme e leggi

Delle sei risposte tutti hanno evidenziato regolamenti, guide o norme per la gestione e la manutenzione.

L'eccezione è lo stato del Nevada, che ha indicato nel questionario che non ha regolamenti, leggi o guide sull'argomento.

A livello europeo una norma che emerge dal questionario è quella della Romania chiamata "*Law no.82/1998*". Anche la Slovenia ha indicato nel questionario una legge chiamata "*Tee seisundinõuded*" dove si definiscono i requisiti minimi per ciascun tipo di strada, ponti e gallerie, e in essa è indicato anche come applicare la manutenzione invernale.

Tra gli stati extraeuropei solo lo stato di Washington ha risposto specificando la regolamentazione utilizzata per prendere per quanto riguarda gli investimenti per la manutenzione stradale si chiama "*Lowest Life Cycle Cost as part of RCW 47.05*". L'Iran ha solo risposto di possedere delle normative, ma non ha specificato quali siano.

### 3.3.3. Agenzie per la gestione e la manutenzione stradale

Le agenzie che sono responsabili della manutenzione stradale nei sei paesi che hanno risposto al questionario sono:

Tabella 34: Risposte relative alle agenzie incaricate della gestione della manutenzione stradale in Europa

	Europa
Slovenia	DRSC (Slovenian Road Agency) for State Roads and DARS for motorway network)
Estonia	State roads - Estonian Road Administration Urban/local roads – local municipalities In all cases maintenance is tendered out for private companies
Romania	Highways and National roads under authority of the Minister of Transports, administrated by the National Company of Motorways and National Roads in Romania. County roads, administrated by their own Road Departments . Streets and local roads, administrated by their own Road Departments.

Tabella 35: Risposte relative alle agenzie incaricate della gestione della manutenzione stradale nei paesi extraeuropei

	Extra-Europa
Iran (Teheran)	In urban roads municipalities are responsible locally. In inter-city roads Road Maintenance and Transport Organization is responsible for that
U.S.A (Nevada)	In the state of Nevada, there is the Nevada Department of Transportation (NDOT), the Cities, the counties and other municipalities.
U.S.A. (Washington)	The Washington State Department of Transportation manages state roads, other agencies manage city and county roads

Si noti per tutti i paesi c'è una responsabilità differenziata a seconda del tipo di strada. Per esempio, se si tratta di una strada locale sono le stesse agenzie appartenenti al governo locale responsabili per la gestione della manutenzione della rete. Lo stesso vale se si tratta di una strada provinciale o statale, in questi casi è la stessa provincia o stato ad essere responsabile della gestione della manutenzione.

### **3.3.4. PMS**

#### **3.3.4.1. Europa**

Tutti questi paesi hanno in grado maggiore o minore un sistema di PMS che si applica alla gestione della pavimentazione stradale e al miglioramento dell'efficacia degli investimenti in questo settore.

### 3.3.4.2. Extra-Europa

I due stati degli Stati Uniti hanno un sistema di PMS.

Gli Stati Uniti stanno lavorando a un efficace ed efficiente PMS da molti anni. Questo è il motivo per cui la maggior parte degli stati di U.S.A. ha un proprio PMS.

Il caso dell'Iran è molto diverso dal nord-america, questo stato non ha nessun PMS per la gestione della pavimentazione perché è un paese in cui la cultura della gestione della pavimentazione non è molto diffusa.

### 3.3.5. Dati raccolti sullo stato della pavimentazione stradale

#### 3.3.5.1. Europa

Tabella 36: Risposte relative ai dati misurati sulle paviementazioni nel caso europeo.

	Data is collected in Europa								
	Visual distress survey	Roughness	Bearing capacity	Rutting	Cracking percentage	Road profile	Deflection data	Skid Resistance	Other
Slovenia	X	X		X "(occasionally)"	X "(only as a part of visual distress survey)"		X "(only for DRSC roads)"	X	
Estonia	X	X	X	X					
Romania	X	X	X	X	X		X	X	

Come si può vedere dalla precedente tabella e dal grafico successivo i dati più misurati in tutti tre i paesi europei sono: analisi visiva della pavimentazione, rugosità e ormaiamento ("rutting"). In Slovenia e Romania si misurano anche: percentuale di fessurazione, deflessione e resistenza allo slittamento superficiale. La capacità portante viene analizzata in Romania e in Estonia. È da notare che il profilo della strada non viene misurato in nessuno dei paesi che hanno risposto.

Bisogna ricordare che nel caso della Slovenia per il ormaiamento, la percentuale fessurazione e la deflessione vengono misurate in casi specifici (indicati tra parentesi in tabella).

## Number of different europeans countries that collect the date

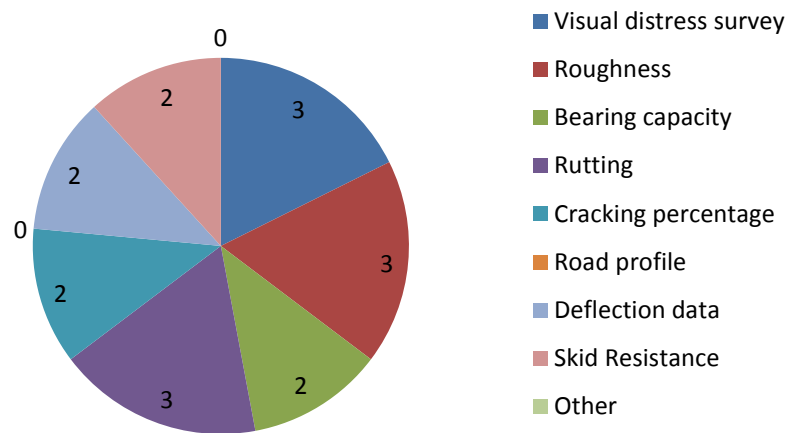


Grafico 8: Numero di paesi che misurano i diversi dati emersi dal questionario europeo

### 3.3.5.2. Extra-Europa

Tabella 37: Risposte relative ai dati misurati sulla pavimentazione nel caso extraeuropeo

	Data is collected in Extra-Europa								
	Visual distress survey	Roughness	Bearing capacity	Rutting	Cracking percentage	Road profile	Deflection data	Skid Resistance	Other
Iran (Teheran)	X	X						X	
U.S.A (Nevada)	X	X		X	X	X	X	X	Faulting
U.S.A. (Washington)	X	X		X	X	X			

Nel caso extra-europeo anche che l'ispezione visiva e la misura della rugosità è vengono fatte dalle agenzie, ma l'ormonamento viene misurato solo dai paesi del Nord-America. Si evidenzia una grande differenza tra l'Iran e paesi del Nord America in cui un gran numero di dati sono misurati. Ciò evidenziano come gli USA investano più soldi e sforzi per la conservazione e la gestione della propria rete stradale.



Nel caso del Nevada, un dato che è misurato e che non viene preso in considerazione nel questionario è il "faulting" che è una caratteristica che è molto misurata negli Stati Uniti ed è nell'AASHTO R36-04 (misurato in pavimentazioni di calcestruzzo)

### Number of different extra-europeans countries that collect the date

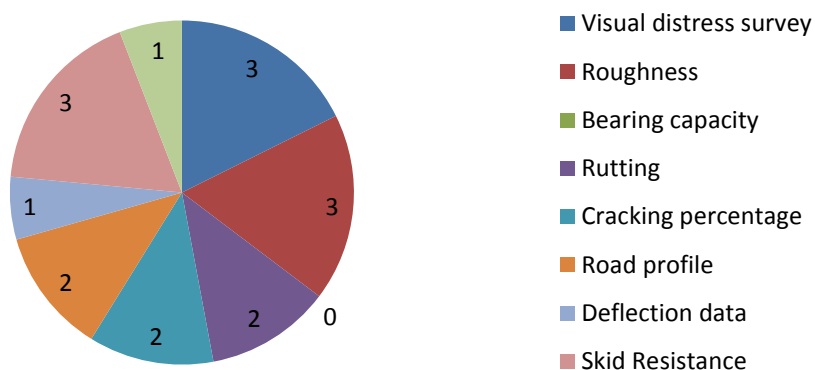


Grafico 9: Numero di paesi che misurano il diversi dati emersi dal questionario extraeuropeo

### 3.3.6. Indici per quantificare lo stato della pavimentazione

#### 3.3.6.1. Europa

I vari indici che vengono utilizzati per quantificare lo stato della pavimentazione nei paesi europei, sono:

Tabella 38: Risposte relative ai dati misurati della pavimentazione nel caso europeo

		Indici Europa							
		Ruth Depth	International Roughness Index (IRI)	Structural Strength Index (SSI)	Skid	Cracking severity	Pavement Condition Index (PCI)	Present Serviceability Index (PSI)	Other
Eslovenia			X						Modified Swiss Index (MSI)
Estonia	X		X						
Romania			X		X				

Si osserva che l'indice più comunemente usato è l'IRI (International Roughness Index), utilizzato nei tre paesi dell'Europa. Si può dire che l'IRI è un indice molto diffuso tra le agenzie per definire lo stato della pavimentazione e della sua rugosità.

L'indice IRI (Indice Internazionale rugosità) è il più diffuso nelle diverse agenzie, utilizzato nei tre paesi. Si può dire che l'IRI è un indice molto utilizzato per definire lo stato della pavimentazione. Poi è stato indicato il "Ruth Depth", utilizzato in Estonia e l'indice di attrito utilizzato in Romania.

È da notare che in Slovenia è utilizzata anche la Modified Swiss Index (MSI), che viene effettuata attraverso una ispezione visiva della pavimentazione.

## Number of different European countries that uses the index

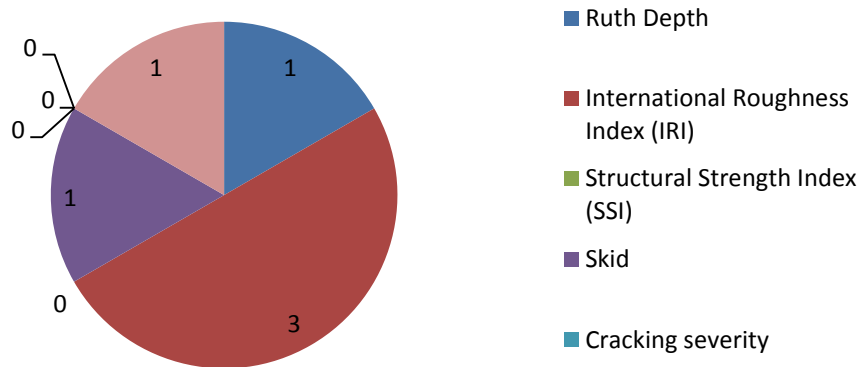


Grafico 10: Dati misurati nel questionario europeo

### 3.3.6.2. Extra-Europa

I vari indici che vengono utilizzati per quantificare lo stato della pavimentazione a livello Extra-Europeo sono:

Tabella 39: Risposte relative ai dati misurati sulla pavimentazione nel caso extraeuropeo

	Indici Extra-Europa							
	Ruth Depth	International Roughness Index (IRI)	Structural Strength Index (SSI)	Skid	Cracking severity	Pavement Condition Index (PCI)	Present Serviceability Index (PSI)	Other
Iran (Teheran)	X					X		
U.S.A (Nevada)	X	X		X	X		X	
U.S.A. (Washington)		X						Roughness, rutting and cracking are individually normalized on a 100 (very good) to 0 scale based on WSDOT standards

Nel caso Extra-Europeo c'è una differenza tra Iran e Stati Uniti. In Iran si usano solo due indici, il "Ruth-Depth" o profondità dell'ormaia, il PCI (Pavement Condition Index). Si osserva inoltre che in Iran non viene utilizzato l'indice IRI, che di solito è il più utilizzato da tutte le agenzie di manutenzione stradale.

Nel caso nordamericano, vi è una differenza tra lo stato del Nevada e quello di Washington. Lo stato del Nevada utilizza praticamente tutti gli indici, tranne gli indici Structural Strength Index (SSI) e Pavement Condition Index (PCI). Lo stato di Washington usa l'IRI (International Roughness Index). Lo stato di Washington ha anche indicato nel questionario che utilizza una scala numerica standardizzata per definire la rugosità, l'ormaiamento e la fessurazione. La scala spazia dal valore 100 (buone condizioni) al valore 0 (pessime condizioni).

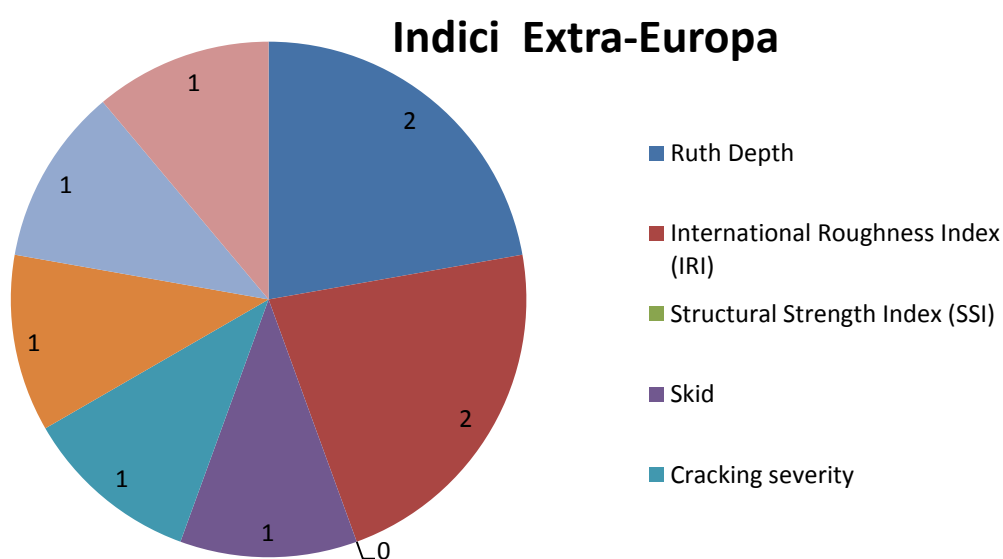


Grafico 11: Dati misurati nel questionario extraeuropeo

### 3.3.7. Valori di soglia

#### 3.3.7.1. Europa

Nei tre paesi europei esistono livelli minimi richiesti per lo stato della pavimentazione stradale o valori che avvisano che è necessario eseguire una manutenzione o un lavoro di riabilitazione.

Nel caso della Slovenia è emerso dal questionario che ci sono dei livelli di soglia per i valori di resistenza allo slittamento, MSI e deflessione, ma sono stati indicati questi valori minimi.

Nel caso dell'Estonia ci sono i valori minimi di tre indici (IRI, "Distress Sum" e "bearing capacity") in base al tipo di strada. Ci sono due valori, un valore di allarme e un valore critico che non può essere superato. Nelle seguenti tabelle sono indicati la classificazione delle strade a seconda del volume di traffico (veicoli al giorno) i due valori il di allarme e critico che dipendono della classificazione stradale.

Tabella 40: Classificazione delle strade in Estonia in base al volume di traffico

State Roads	Traffic Volume (veh/24h)				
	>5000	5000-3001	3000-501	<=500	Other
Main Roads	C1	C1	C2	C2	N2
Secondary Roads	C1	C2	C2	C3	N3
Local Roads	C1	C2	C3	C4	N4

Tabella 41: Livelli di allarme e critichi degli indici secondo il tipo di strada (Estonia)

	Grupo C1		Grupo C2		Grupo C3		Grupo C4	
	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level
IRI mm/m >	2,5	3	3	3,5	3,3	3,8	3,5	4
DS (distress sum), %>	5	8	7	10	9	14	13	18
E (bearing capacity), Mpa<	260	240	240	220	220	190	190	170
Rail	15	20	15	20	-	-	-	-

Nel caso della Romania questi valori di soglia sono specificati nelle norme tecniche. Per esempio, il EP 177 utilizza i valori dei vari parametri che vengono misurati e con questi suggerisce le misure di manutenzione e di riabilitazione da effettuare

### 3.3.7.2. Extra-Europa

In Iran non ci sono valori minimi richiesti, nel questionario è specificato che le misurazioni dello stato sono effettuate raramente.

Nel caso degli Stati Uniti:

In Nevada la rete stradale è suddivisa in cinque categorie di priorità (da 1 a 5) sulla base dei volumi di traffico, i fondi disponibili, la classificazione della strada e la frequenza richiesta di riabilitazione. Per ciascuna di queste categorie è richiesto un livello minimo di qualità, ma non vengono definiti nel questionario quelli siano gli indici e i valori minimi.

Nel caso di Washington si specifica che si ci sono valori minimi ma non viene specificato quali siano. Viene solo specificato che si conosce l'anno limite in cui la strada ha bisogno un rifacimento dello strato superficiale o di ricostruzione.

### 3.3.8. Agenzie responsabili dell'allocazione dei budget

Queste sono le agenzie responsabili per la pianificazione e l'assegnazione dei budget per le spese di manutenzione e di lavoro sulla rete stradale in ciascuno dei paesi o regioni.

Tabella 42: Risposte relative al questionario europeo delle responsabilità per l'assegnazione dei budget

	Responsible for allocating fund in Europa
Slovenia	Ministry of finance, Ministry of infrastructure
Estonia	Road owners – Estonian Road Administration and local municipalities
Rumania	Minister of Transport

Tabella 43: Risposte relative al questionario extraeuropeo delle responsabilità per l'assegnazione dei budget

	Responsible for allocating fund in Extra-Europa
Iran (Teheran)	Road Maintenance and Transport Organization (RMTO)
U.S.A (Nevada)	The Nevada State Legislator, the Director of the NDOT and the Pavement Engineers in charge of prioritizing and planning the roadway projects.
U.S.A. (Washington)	The WSDOT division called Capital Development and Program Management (CPDM) is responsible for allocating funding. They are also responsible for allocation within the pavement preservation budget to individual activities, with assistance from the pavements/pavement management division.

Essi tendono ad essere enti pubblici come i ministeri dei trasporti o amministrazioni responsabili per la pianificazione e la gestione delle strade.

Nel caso degli Stati Uniti, all'interno di ogni dipartimento di trasporto c'è una sezione responsabile per la distribuzione e la gestione dei vari budget. Si tratta di una misura molto interessante per avere una migliore gestione e controllo dei budget all'interno del dipartimento.

### 3.3.9. Come sono distribuiti i budget

#### 3.3.9.1. Europa

Nel caso della Slovenia i budget sono stabiliti sulla base dell'esperienza nel tempo dei diversi investimenti e vengono regolati in base alle attuali esigenze politiche e disponibilità finanziarie.

Nel caso dell'Estonia non ci sono criteri specifici per la ripartizione dei budget, si tratta semplicemente di una decisione politica e tenendo conto la disponibilità di soldi di ogni agenzia.

In Romania è il gestore della rete che decide il budget per ogni lavoro e la distribuzione dei soldi è definita sulla base di decisioni politiche e non da decisioni tecniche.

#### 3.3.9.2. Extra-Europa

Nel caso dell'Iran, in teoria, i finanziamenti sono distribuiti in modo tecnico tenendo in considerazione lo stato della pavimentazione stradale e il tipo di strada. Ma questa non è una pratica comune e in genere è una decisione politica o del gestore.

Nel caso del Nevada ci sono criteri stabiliti dal Direttore del NDOT e ci sono alcuni limiti di finanziamento stabiliti per le diverse categorie di investimento.

Per quanto riguarda il budget assegnato a ciascuna attività, solo un'agenzia ha parzialmente risposto a questa domanda. È stato molto difficile ottenere il costo di ciascuna delle attività dal questionario. Ottenere un costo indicativo di quello che si spende per lavori di manutenzione, riabilitazione o costruzione è complicato, ma di grande interesse per avere un riferimento.

L'unico paese che ha risposto a questa domanda del questionario è l'Estonia e i valori che ha indicato sono:

Tabella 44: Risposta relativa alle spese per i lavori stradali

	Routine Maintenance in €/km	Rehabilitation in €/m2	Rehabilitation in €/km	New Construction in €/m2	New Construction in €/km
Estonia	2000-3000	>24	>160000	>24	>160000

Con i pochi dati pervenuti non è possibile trarre conclusioni.

### **3.3.10. Metodi di priorità nei budget**

#### 3.3.10.1. Europa

I tre paesi hanno diversi criteri per dare priorità a determinate sezioni di stradali e allocare budget per la manutenzione stradale. Tali criteri sono:

- La Slovenia utilizza il proprio PMS, per essere in grado di prevedere il budget da ripartire tra le varie strade del paese e i diversi lavori di manutenzione.
- Anche l'Estonia utilizza il proprio PMS per distribuire il budget. Il PMS determina i tratti e le sezioni di stradali in cattivo stato che devono essere prioritarie sulla base di valori di soglia e dei valori critici. Il PMS calcola anche i benefici degli interventi, in base all'investimento e ai risparmi sui costi per gli utenti della strada dopo l'investimento. In base alle condizioni dello stato della pavimentazione stradale e dei benefici si determinano i tratti di strada che possono essere indicati come alta priorità.
- In Romania si utilizzano diversi valori di stato della pavimentazione e in tal modo si determinano i lavori da svolgere nelle diverse strade.

#### 3.3.10.2. Extra-Europa

L'Iran non ha metodi per individuare il budget e gli esperti hanno stabilito che c'è grande deficit di budget per la manutenzione della rete stradale.

I due stati degli Stati Uniti hanno metodi diversi per l'assegnazione dei loro budget.

Nel caso del Nevada la rete stradale è suddivisa in cinque categorie di priorità (da 1 a 5) sulla base dei volumi di traffico, le disponibilità di finanziamento, la classificazione stradale e la frequenza richiesta di riabilitazione. La categoria 1, che rappresenta l'intero sistema autostradale, ha il più grande volume di traffico e, si deve mantenere ad un alto livello di servizio. Le strade della categoria 5, consistono principalmente in strade secondarie di minore volume. Si realizzano modelli di previsione per ciascuna categoria in base alle informazioni storiche del PMS. Tecniche di modellizzazione statistica sono state utilizzate per stabilire la durata della pavimentazione flessibile e i diversi lavori di riabilitazione che verranno applicati a ciascuna categoria di priorità.



### 3.3.11. Fonti di finanziamento

Questa sezione cercherà di vedere quali sono le principali fonti di finanziamento per la manutenzione delle strade delle diverse agenzie che hanno risposto al questionario.

#### 3.3.11.1. Europa

Tabella 45: Risposte al questionario europeo per quanto riguarda le fonti di finanziamento della manutenzione

	Sources					
	Petrol taxes	Purpose taxes	Local taxation	Contributions by private parties	Vehicle registration and licensing fees	Other
Slovenia						State budget (DRSC), road toll (DARS, but the profits from road toll are going into the state budget and funds for maintenance are currently very limited
Estonia	X					
Romania						Government budget, taxes for access to the roads for the companies that have subsidiaries near the road, etc.

Nel caso della Romania e della Slovenia è il governo la principale fonte di finanziamento per i lavori di manutenzione stradale. In Romania le strade gestite da enti privati sono finanziate per le tariffe dei pedaggi. Solo l'Estonia ha assegnato una parte della tassa sul carburante alla manutenzione delle sue strade.

### 3.3.11.2. Extra-Europa

Tabella 46: Risposte al questionario extra-europeo per quanto riguarda le fonti di finanziamento della manutenzione

	Sources					
	Petrol taxes	Purpose taxes	Local taxation	Contributions by private parties	Vehicle registration and licensing fees	Other
Iran (Teheran)		X				A part of maintenance budget is allocated by government globally
U.S.A (Nevada)	X					
U.S.A. (Washington)	X					U.S. government.

Per quanto concerne i paesi extra-europea si ha che il governo dell'Iran stanziava un budget specifico per i lavori di manutenzione, e comunque gran parte dei finanziamenti provengono dal governo centrale.

Nei due casi nord-americani si ha che una percentuale delle imposte sul carburante viene destinata per la manutenzione delle strade. Questa politica è molto diffusa negli Stati Uniti, quindi è un metodo molto comune per finanziare i lavori di manutenzione e riabilitazione delle strade.

## **4. Applicazione pratica: Caso di studio attraverso il programma Real Cost**

### **4.1. Introduzione**

In questa parte si analizza e si fa una proposta degli interventi e delle azioni ad adottare per la manutenzione della pavimentazione di un tratto stradale reale.

Il tratto scelto è un tratto da sei chilometri della autostrada A-31 nella regione di Alicante (Spagna).

In questa sezione si applica un'analisi del costo del ciclo di vita (LCCA) con l'intenzione di analizzare la migliore alternativa per la manutenzione della pavimentazione. Per raggiungere questo scopo, si utilizzerà un piccolo software utilizzato dall'agenzia americana di trasporto. (*Federal Highway Administration*).

Per utilizzare questo software, devono essere analizzate le caratteristiche del tratto e della sezione (traffico, funzioni, ecc.) e anche le diverse alternative proposte (costi di ogni attività, attrezzature ecc.). Grazie all'analisi effettuato dal programma si può giustificare in modo tecnico ed economico i lavori di manutenzione e riabilitazione sulla pavimentazione fornendo un strumento molto utile per poter prendere decisioni nella strategia a seguire per la manutenzione stradale.

Sebbene, il programma determina la migliore strategia ad adottare per la gestione della pavimentazione si farà una proposta per fornire di maggiore flessibilità temporale alle diverse attività grazie al controllo del livello di degradazione della pavimentazione, cercando di mantenere sempre la pavimentazione in uno stato ottimale

Con questa proposta si cerca un nuovo modello di gestire la manutenzione pavimentazione e proporre le migliori iniziative che hanno i diversi paesi analizzati.

### **4.2. Analisi "Life-Cycle Cost Analysis" (LCCA) e RealCost**

L'analisi dei costi del ciclo di vita (chiamato in inglese "*Life-Cycle Cost Analysis*" (LCCA)) è un metodo d'analisi economico, dal punto di vista della progettazione, per la valutazione del costo totale della costruzione, della manutenzione e dell'esercizio di un'attività per un periodo di tempo prolungato.

Si tratta, pertanto, di uno strumento molto utile per l'analisi degli investimenti nella manutenzione stradale, che può anche contribuire alla valutazione e scelta delle diverse alternative di progettazione o della strategia a seguire.

Questo analisi si basa nei costi sostenuti dall'agenzia incaricata dalla manutenzione stradale e nei costi sostenuti per gli utenti (costi diretti e indiretti).

Nell'ambito stradale, un'analisi LCCA può essere usato per quantificare i costi delle diverse alternative di investimento sia per nuove costruzioni, riabilitazione, ricostruzione, e anche per i progetti di conservazione.

In questo modo ci sarà una aiuta nella scelta dell'alternativa che hanno un costo totale minore.

In generale, l'analisi LCCA include la formulazione delle varie alternative a progettare, l'identificazione dell'ordine nel tempo delle attività per ogni alternativa (ad esempio, gli anni di applicazione di trattamenti per la riabilitazione e conservazione), la stima dei costi dell'agenzia e degli utenti per ciascuna delle alternative considerate, e la realizzazione di un'analisi economico che porterà alla determinazione della alternative con il costo del ciclo di vita più basso.

L'analisi LCCA non deve essere l'unico processo utilizzato per decidere quale è la alternativa più conveniente, devono essere anche considerati tutta una serie di altri fattori come possono essere il rischio, le limitazioni nei budget disponibili, l'impatto ambientale e considerazione politiche tra altri.

I passi per a fare un analisi LCCA sono i seguenti:

- 1) Stabilire quali sono le alternative delle strategie da seguire.
- 2) Determinare il tempo di ogni attività.
- 3) La stima dei costi dell'agenzia e gli utenti.
- 4) Calcolare i costi del ciclo di vita.
- 5) Analizzare i risultati per prendere una decisione.

Per eseguire questa tipologia di analisi negli Stati Uniti è stato utilizzato uno programma informatico chiamato RealCost2.5. in formato Excel che si può gestire con una macro molto semplice ed intuitiva.

Il programma è sviluppato dalla FHWA (Federal Highway Administration) e modificato per le proprie agenzie locali per adeguarlo all'uso proprio e alle proprie caratteristiche.

Il programma contribuirà a prendere decisioni per decidere dove investire, come investire e la quantità a investire i fondi disponibili da ogni Dipartimento dei Trasporti.

Grazie a questo programma si può compiere la politica di giustificazione tecnica ed economica dei investimenti effettuati in infrastrutture che deve essere realizzata per le diverse agenzie.

Questa politica è stata promossa dalla MAP-21 (Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act legge dal 6 luglio 2012), legge che ha l'obiettivo di raggiungere e mantenere uno stato minimo per le infrastrutture.

Con questo programma si può studiare e analizzare le diverse alternative in un progetto di pavimentazione dal punto di vista tecnico e economico per valutare gli investimenti a lungo termine.

Questo analisi LCCA prenderà in considerazione i costi del titolare e responsabile della gestione della infrastruttura viaria e anche i costi degli utenti della strada.

Il programma analizza ogni alternativa, ma sarà il tecnico chi dovrà definire le diverse attività di ciascuna di queste alternative analizzate. Queste attività devono essere definite tenendo conto della curva di degrado delle condizioni della pavimentazione.

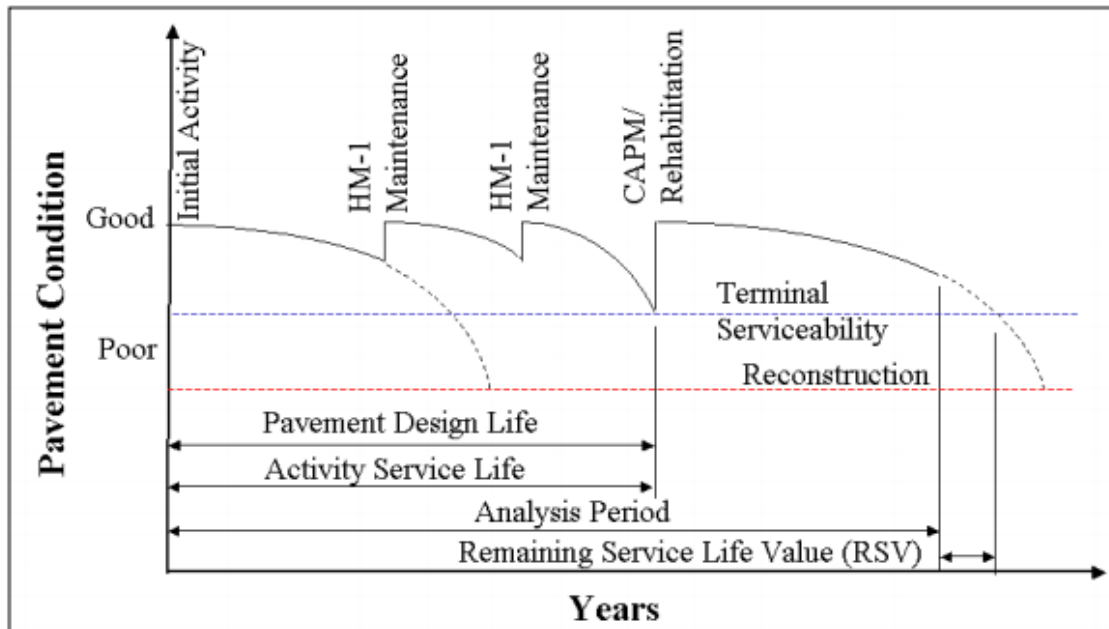


Figura 72: Pavement Condition [12]

Per prendere una decisione sul progetto definitivo, l'analisi LCCA effettua un confronto tra le varie alternative e identifica la strategia migliore da utilizzare. Studiando i costi per un lungo periodo, si fornirà le informazioni necessarie per sapere quali di tutte le alternative considerate è la più redditizia.

Nell'analisi appaiono due tipi di costi:

- Costi dell'agenzia  
Include i costi di costruzione iniziale e i costi in future manutenzione e riabilitazione
- Costi degli utenti  
Relativi ai costi di ritardo nel traffico

I dati necessari per il funzionamento del RealCost sono identici ai dati che sono necessari nei processi di analisi di tipo LCCA.

I passi ed i corrispondenti dati di input sono:

- Stabilire quali sono le alternative delle strategie da seguire.  
I dati richiesti sono:
  - I dettagli del progetto (ubicazione, chilometri, ...).

- Le opzioni di analisi.  
Qua si deve aggiungere l'unità di misura utilizzata, il periodo di analisi e il tasso di sconto (che di solito varia dal 3% al 5% ).
- I dati relativi al traffico.  
Devono essere ottenuti con il database esistente per ciascuna delle stazioni di traffico nel settore analizzato.  
I dati necessari sono:
  - AADT (Annual Average Daily Traffic) nell'anno di costruzione in entrambe le direzioni.
  - Percentuale totale di veicoli pensanti.
  - Percentuale di AADT di veicoli pensanti di 2-asse.
  - Tasso annuale di crescita della percentuale di traffico.
  - Indici di traffico.
  - Schema della chiusura della corsia.
- Valore del tempo degli utenti sia per veicoli leggeri e pesanti.  
Questo valore viene definito in \$/ora, e di solito sono presi dal manuale di riferimento del programma.
- Distribuzione del traffico per tutto il giorno.  
Di solito viene definito nel proprio programma su una serie di distribuzioni standard che variano in funzione della posizione dei picchi di traffico rispetto la giornata e il numero di corsie per senso di marcia nonostante il programma permette effettuare la definizione reale.
- Tempi e costi dei veicoli.  
Il programma può aggiornare per l'anno che si sta facendo l'analisi.
- Determinare il tempo di ogni attività.  
Al momento di definire le alternative si dovrà definire le varie attività che compongono ciascuna alternativa.  
Anche per ogni attività si definisce il momento di esecuzione.
- Stima dei costi dell'agenzia e gli utenti.  
I costi dell'agenzia si devono calcolare per ciascuna attività, d'altro canto, i costi degli utenti viene calcolato per il programma.  
All'interno di queste spese ci sono:
  - Costi iniziali.  
Sono quelli che sono associati con il lavoro di costruzione iniziale. Questi costi comprendono tutti i costi di costruzione, sulla strada principale, terrapieno e altri settori della strada. Include anche i costi di base, sub-base, il drenaggio della pavimentazione, giunti di costruzione, movimenti di

terra, il controllo del traffico e dei costi associati a ritardi a causa dei lavori. In questo caso si ottiene di la lista di presi della Regione di Lombardia e anche solo si ha in considerazione i costi di costruzione di pavimentazione.

- Costi di manutenzione.  
Le spese includono la manutenzione ordinaria, preventiva e correttiva come sono la tenuta di crepe, la riparazione di buche, overlay, piccole riparazioni sulla pavimentazione ecc, il cui obiettivo sarà di proteggere la vita utile della pavimentazione. Questi costi saranno presi in considerazione quando si progettano le diverse alternative con le varie attività e si calcola il costo di ciascuno di essi lavori.
  
- Costi di riabilitazione della pavimentazione.  
Sono quelle relative a tutte le attività inerenti alla riabilitazione del pavimento e tutti i costi questi lavori di riabilitazione.
  
- Il calcolo dei costi del ciclo di vita.  
Nel nostro caso prenderemo in considerazione solo i risultati deterministici, ma il programma può fare calcoli probabilistici un po 'più complicati che richiede una analisi statistico dei dati.
  
- L'analisi dei risultati.  
È il ruolo del tecnico effettuare un'analisi dei risultati ottenuti per podere prendere le decisioni. Tali decisioni devono essere prese da un punto di vista tecnico e economico, e il programma è solo uno strumento per aiutare a prendere le decisione.

### **4.3. Sezione analizzata**

Per l'applicazione pratica del programma si ha scelto un tratto autostradale di sei chilometri nella provincia di Alicante.

Il tratto in esame si può situare tra i comuni di Villena i Sax, sulla autostrada A-31 o Autovia di Alicante che collega quest'ultima città con la città di Madrid.

In primo luogo, si deve evidenziare che come non si ha potuto accedere al progetto esecutivo della sezione in esame non si ha una conoscenza fedele delle caratteristiche della sezione stradale in analisi però per la determinazione dei dati che sono necessari per l'applicazione del programma si ha seguito le normative della regolamentazione spagnola relative alla costruzione della pavimentazione stradale e alle norme geometriche per la costruzione delle strade ricreando il processo che dovrebbe avere seguito il progettista per la progettazione e definizione del tratto in esame.

Altrimenti e tenendo in conto questo inconveniente, si ha scelto questo tratto, dovuto a che era l'unica strada della zona che soddisfa i seguenti requisiti:

- Non essere una autostrada a pedaggio.
- Avere un traffico medio giornaliero di certa categoria.
- Disporre di due corsie per senso di marcia.

I requisiti a soddisfare, si hanno scelto cercando di avere una sezione stradale in esame lo più rappresentativa possibile delle categorie stradali superiori appartenenti alla rete stradale dello stato (RCE).

Altrimenti, il tratto selezionato si ha scelto perché si trova all'interno di una sezione stradale più ampia dove viene misurato mediante due stazioni di rilievo tutte quelle caratteristiche più rilevanti del traffico stradale, come si guarderà più avanti. Questo fatto renderà più agevole tutte quelle operazioni che si devono svolgere per ottenere i dati necessari per il funzionamento del programma.

Le due stazioni usate per delimitare l'area a esaminare sono rispettivamente l'A-142-2 situata a monte della tratta in esame e a valle della stessa l'A-52-2.

Entrambe stazioni sono stazioni di rilievo secondarie cioè sono stazioni che effettuano il rilievo del traffico durante due giorni lavorativi completi ogni due mesi, avendo alla fine dell'anno un totale di 12 giorni completi misurati.

Come si forniscono direttamente nelle proprie stazioni i valori di traffico medio giornaliero che attraversa ogni stazione non si deve calcolare il valore del fattore S per tenere conto anche dei giorni festivi nel traffico giornaliero.

Nella seguente figura si può guardare le due stazioni di rilievo che delimitano la zona in esame così come i dati che forniscono.

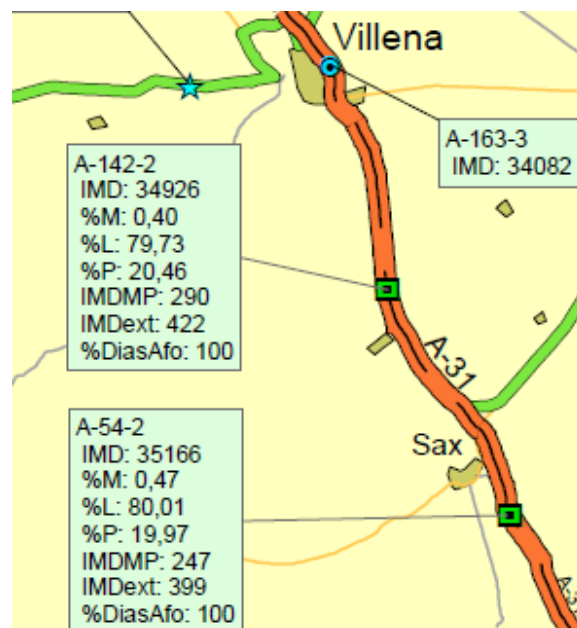


Figura 73: Stazione di rilievo impiegate nel calcolo.

Dalla figura possiamo estrarre i seguenti dati per ciascuna delle stazioni:



### Traffico medio giornaliero

Come si ha indicato sopra, questo valore indicato nella figura tramite l'acronimo IMD indica il numero totale di veicoli che attraversano la stazione di rilievo.

### Ripartizione modale del traffico

Attraverso delle seguenti percentuali si ottiene la ripartizione modale del traffico medio giornaliero.

- con l'acronimo %M, si indica la percentuale di motocicli che compongono il traffico.
- con l'acronimo %L, si indica la percentuale di autovetture che compongono il traffico.
- con l'acronimo %P, si indica la percentuale di mezzi pesanti che compongono il traffico.

Figura 74: Caratteristiche geometriche per le diverse tipologie stradale

Si indica anche il traffico medio giornaliero di merci pericolosi (IMDMP) e quello di veicoli stranieri (IMDext) che interessano la stazione di rilievo.

#### **4.3.1. Dimensione della sezione**

Una volta definiti tutti i dati relativi al traffico stradale e alle loro caratteristiche, a continuazione si prosegue a definire le caratteristiche geometriche del tratto in esame. Per eseguire questo, si fa ricorso alla norma 3.1-IC di tracciato della norma stradale "*Instrucción de Carreteras*".

Per definire le caratteristiche geometriche che deve avere ciascuno dei componenti che compongono la sezione stradale si deve impiegare la tabella 7.1 della norma dove si raccoglie le dimensioni che devono avere le corsie così come l'intervallo di dimensione che devono avere le banchine.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE	
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****		
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C	
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D	
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D	
De calzada única	Vías rápidas	100	2,5		0,75	1,5	C	
		80	2,5		0,75	1,5	D	
	Carreteras convencionales	100	1,5 - 2,5		0,75	1,5	D	
		80	1,5 ***		0,75 **	1,5 **	D	
		60	1,0 - 1,5 ***		0,75 **	1,5 **	E	
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5		-	-	E
		40 IMD < 2000	3,0	0,5		-	-	E

\* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.

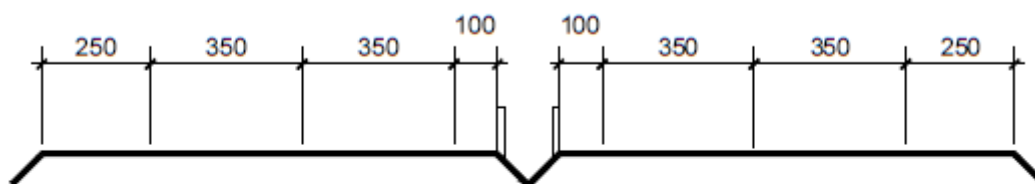
\*\* Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.

\*\*\* Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.

\*\*\*\* Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).

NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

Nel caso in esame, come si tratta di una autostrada di corsie differenziate e disegnata per una velocità di 120 km/h si ha che la sezione stradale ha le seguenti dimensioni:



## AUTOVIA VILLENA-SAX

### SEZIONE STRADA

ESC 1/200

Figura 75: Dimensione geometriche della sezione in esame

### 4.3.2. Calcolo degli strati della pavimentazione

Per eseguire il calcolo dei differenti strati che compongono la pavimentazione stradale si deve far ricorso alla *norma 6.1 Ic Secciones de firme della Instrucción de Carreteras*. Si fa ricorso a questa norma, perché come si accennava nella introduzione non si ha la composizione reale della pavimentazione e pertanto si deve eseguire lo stesso processo che il progettista ha dovuto realizzare per la loro definizione. Tutta questa procedura viene raccolta nella norma indicata.

In primo luogo, si deve calcolare il valore del traffico medio giornaliero che circola sulla strada in esame. Come si ha due stazioni di conteggio con valori dello stesso ordine di grandezza ma diversi tra di loro. Per stimare il traffico che circola sulla strada si ha effettuato la media tra questi valori e il valore ottenuto si ha ipotizzato come valore di traffico medio giornaliero che attraversa il tratto in esame.

Una volta determinato il traffico medio giornaliero sul tratto, si deve calcolare il valore della percentuale di mezzi pesanti che interessano il tratto. Anche in questo caso si attua come indicato sopra, la percentuale del tratto è ottenuta come la media tra le percentuali fornite delle due stazioni.

Pertanto si ha la seguente situazione iniziale.

#### Stazione A-142-2

- Traffico medio giornaliero: 34926
- Percentuale di mezzi pesanti: 20.46%

#### Stazione A-54-2

- Traffico medio giornaliero: 35166
- Percentuale di mezzi pesanti: 19.97%

Quindi il traffico medio giornaliero sul tratto in esame è pari a 35046 veicoli al giorno con una percentuale di mezzi pesanti pari al 20.22%.

Secondo la norma, per il dimensionamento della sezione della pavimentazione il dato fondamentale a ricavare è quello del traffico medio giornaliero di mezzi pesanti. Questo si ottiene tramite la moltiplicazione del traffico medio giornaliero sul tratto per la percentuale di mezzi pesanti, ottenendo così un valore per il traffico medio giornaliero di mezzi pesanti pari a 7087.

Come delle stazioni di conteggio non si ha la informazione relativa al senso del traffico, si assume come ipotesi ragionevole che la ripartizione del traffico si effettua in quote uguali per entrambi i sensi di circolazione.

In altre parole per ciascun senso di marcia il traffico è la metà di quello calcolato sopra, cioè 3546 veicoli pesanti al giorno.

Con questo valore del traffico si continua il processo con la determinazione della categoria di traffico del tratto in analisi.

Per fare questa operazione si deve far ricorso alla tabella 1.A della norma dove viene raccolto in funzione del traffico medio giornaliero di mezzi pesanti la categoria di traffico.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

Figura 76: Categorie di traffico in funzione del traffico giornaliero medio di mezzi pesanti

In questo caso come il valore del traffico di mezzi pesanti è pari a 3545 è e inferiore a 4000 ma è superiore a 2000 la categoria di traffico alla che appartiene la tratta in analisi è la T0.

Una volta definita la categoria di traffico si ha un insieme di sezione potenziale per la pavimentazione in funzione di questa categoria e del tipo di fondazione sulla quale si ha effettuato la pavimentazione.

Questo elenco di sezioni potenziali viene raccolto nelle figure 2.1 e 2.2 della norma.

Nel caso in esame, come la categoria è la T0, la seconda più importante che contempla la normativa, il tipo della fondazione della pavimentazione è limitato a una sola categoria e pertanto le sezione potenziale si limitano a le seguente:

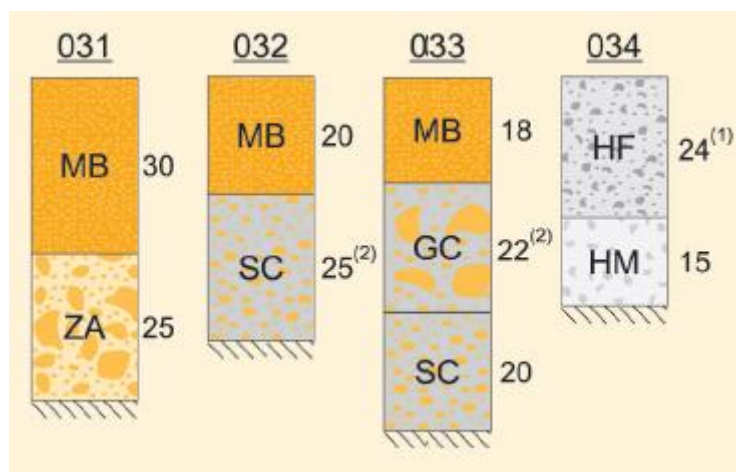


Figura 77: Sezioni potenziali per la pavimentazione stradale della zona ad analizzare

Nella figura anteriore si possono guardare tutte le sezione possibile che la norma fornisce per le condizioni descritte fino adesso.

Da tutti questi opzioni tecnicamente possibili si ipotizza che quella selezione per la pavimentazione della tratta in esame è quella indicata con il codice 032. Con una configurazione di 20 centimetri di conglomerato bituminoso (BM) e 25 centimetri di fondazione in suolo stabilizzato con cemento (SC).

Si ha scelto questa opzione come ipotesi più ragionevole dovuto alle seguenti ragioni:

La sezione tipo 031 non è la sezione che minimizza il costo della costruzione dovuto a che è quella che ha il maggiore spessore di conglomerato bituminoso. Questo fatto fa che il prezzo finale della costruzione salga molto trascurando il vantaggio economico che è il avere una fondazione della pavimentazione con una zavorra artificiale, molto più economica che i suoli trattati.

La sezione tipo 033 nonostante avere il minore spessore di conglomerato bituminoso ha la fondazione più grande con circa il doppio che le altre fondazioni con conglomerato bituminoso. Questo fatto fa che sebbene per il conglomerato bituminoso si ha un vantaggio economico rispetto alle altre con il confronto delle fondazioni si ha un svantaggio notevole che rende trascurabile il primo vantaggio rispetto all'opzione scelta.

La sezione tipo 034 viene effettuata mediante una pavimentazione in calcestruzzo armato. Questa opzione viene trascurata perché si ha la certezza che la pavimentazione del tratto in analisi ha stato effettuata con conglomerato bituminoso, altrimenti il traffico medio di mezzi pesanti non è così rilevante per giustificare la maggiore inversione in una pavimentazione di questo tipo.

Una volta definita tra tutte le opzioni potenziali la sezione, si deve effettuare il dimensionamento dei differenti strati che compongono lo strato di conglomerato bituminoso.

Per effettuare questa operazione, e senza abbandonare la norma 6.1-I.C si procede si determinano in primo luogo le caratteristiche ambientali della zona in cui si trova il tratto in analisi, in altre parole si deve determinare la loro zona termica nel periodo di estate e anche il regime di piove della zona.

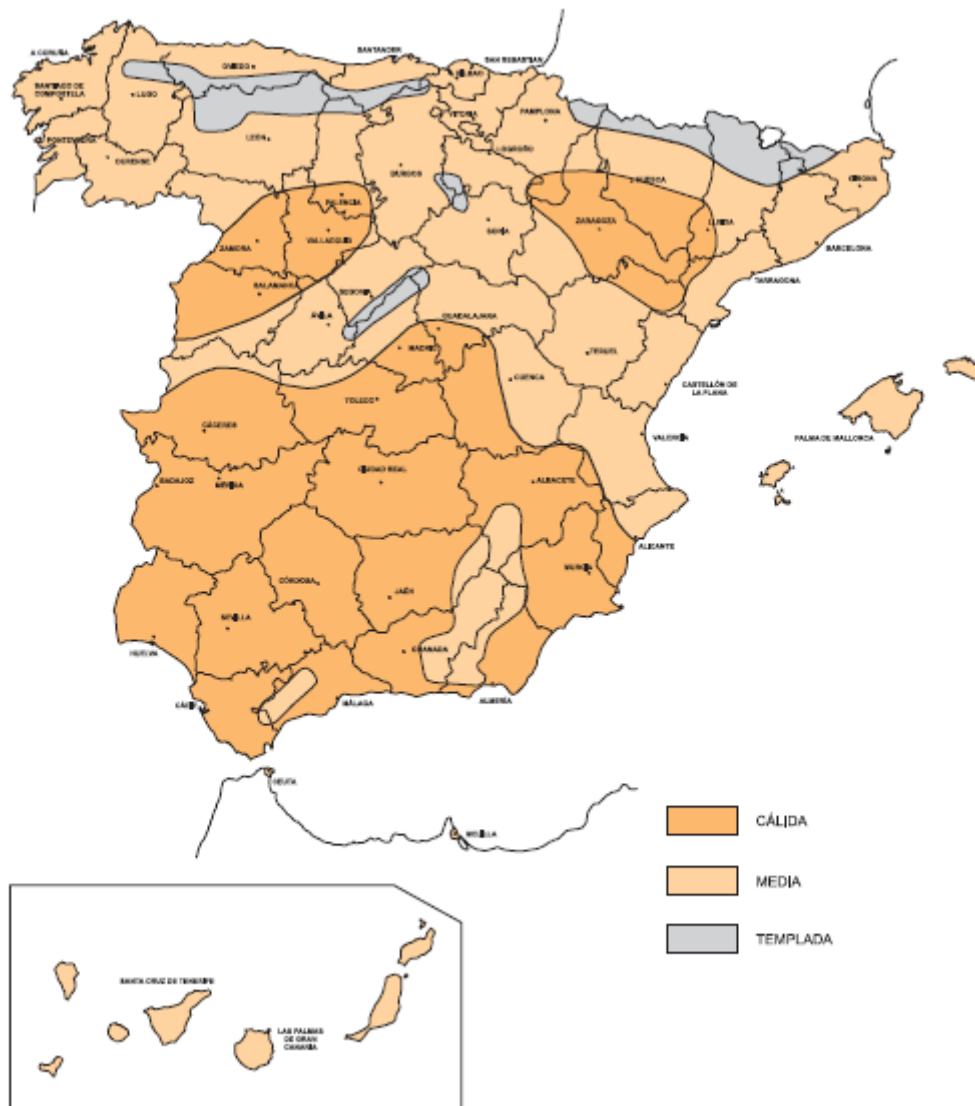


Figura 78: Mappa delle zone termiche estivi

Per effettuare questi operazioni si fa ricorso alle seguenti figure fornite dalla norma, dove in una mappa si identificano tutte le diverse zone termiche e in un altro si definiscono le zone con lo stesso regime di piogge.

Come si può guardare nella figura, la provincia di Alicante è situata tra le zone termiche estivi calda e media. Come il tratto sottoposto ad analisi si situa verso il nord-ovest della provincia si ipotizza che la loro zona termica estiva sia la calda.

La definizione di queste zone hanno un importante ruolo nella posteriore definizione del tipo di conglomerato bituminoso che si può impiegare e quindi dello spessore dei strati e delle loro caratteristiche.

A continuazione si determina il regime di piogge della zona.

Per questo si fa ricorso al secondo dei mappi accennati prima.

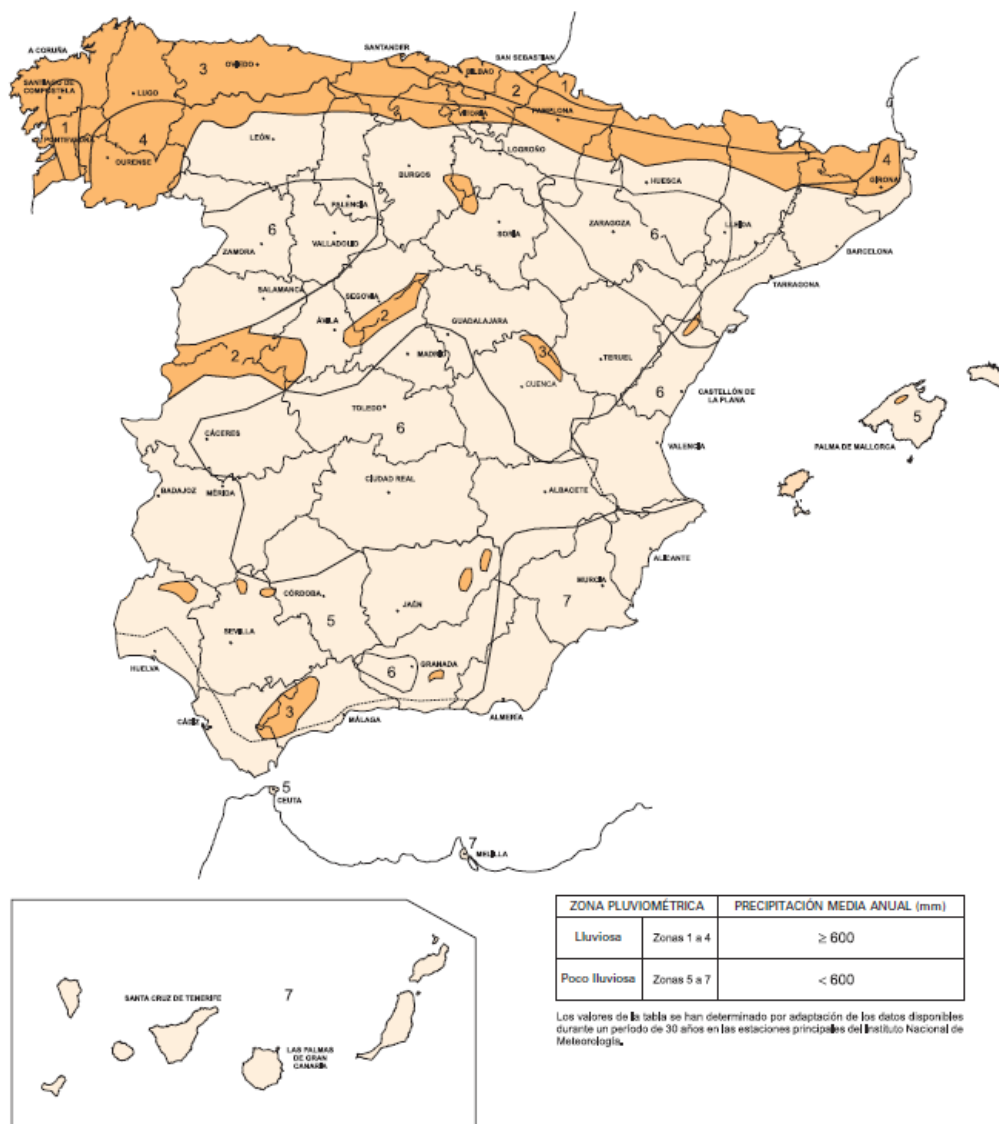


Figura 79: Mappa delle zone pluviometriche

Per quanto riguarda alla pluviometria, la provincia di Alicante ha una pluviostità bassa appartenenti alla categoria 7 come si può vedere dalla figura.

Questo ha il significato che nella zona in esame la precipitazione media annuale è inferiore ai 600 millimetri di pioggia.

Questa informazione come si vedrà adesso gioca un ruolo importante nella determinazione dei materiali a impiegare per la costruzione della pavimentazione e nella definizione dello spessore degli stessi.

Continuando con il processo descritto dalla norma, si arriva alla parte finale del processo di determinazione dello spessore della sezione della pavimentazione.

Per definire i differenti spessori così come il tipo di materiale a impiegare si deve impiegare la tabella 6 della norma 6.1-I.C. riportata a continuazione:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arcones, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Figura 80: Spessori dei strati delle pavimentazione in conglomerato bituminoso

Si deve effettuare una sezione di pavimentazione con un spessore totale di 20 centimetri composto, come indica per la categoria di traffico T0 dalle seguenti parti:

- Strato di usura chiamata nella figura capa di rodadura
- Strato di binder identificato come capa intermedia
- Strato di base

Dovuto alla categoria di traffico della strada, T0, nello strato di usura solo si può impiegare i conglomerati bituminosi di tipo drenanti, indentificati con il acronimo PA, oppure i conglomeranti di tipo discontinuo, indentificati con la lettera M.

Si deve tener conto che i conglomeranti bituminosi di tipo drenanti si devono usare solo dove c'è un regime di piogge abbastanza intenso tale che giustifichino il loro uso e nelle strade dove il traffico medio gironalero sia almeno pari a 5000 veicoli al giorno. Come non si soddisfino queste due condizione per il tratto in esame solo si può usare per lo strato di usura ii conglomerati bituminosi di tipo discontinuo con un spessore di 3 centimetri.

Per lo strato di binder si ha la possibilità di scegliere tra i conglomerati bituminosi densi, indentificati con la lettera D, oppure quelli di tipo semidensi, indentificati con la lettera S. La principale differenza tra questi materiali risiede nell'indice di vuoti essendo maggiore nelle miscele di tipo S che nelle di tipo D. Questo fatto ha una incidenza notevole su i costi di costruzione dovuto a che le miscele tipo D bisognano una maggiore quantità di conglomerante bituminoso facendo che il loro costo sia maggiore che per le tipo S pertanto si ipotizza che il materiale impiegato per la realizzazione di questo strato sia il conglomerato bituminoso tipo semidenso.



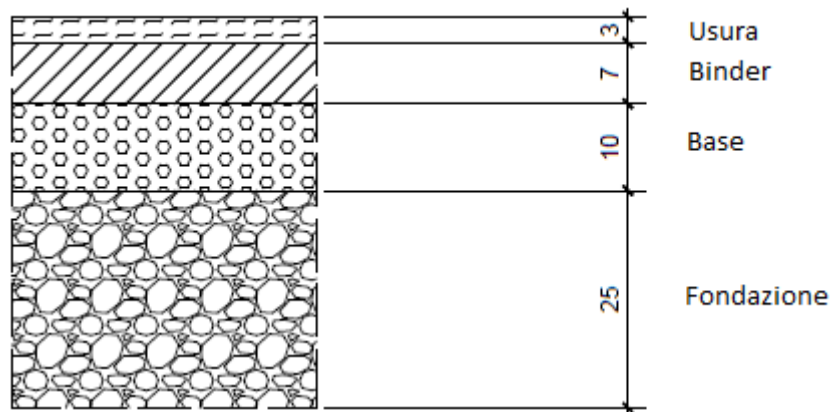
Lo spessore che si deve scegliere per questo strato deve essere compreso tra i 5 e i 10 centimetri. Si ipotizza che in questo caso lo spessore è di 7centimetri, spessore che di solito si ussa per questa tipologia di stratti.

Infine, per lo strato di base lo spessore viene determinato per il resto di spessori e per lo spessore totale. Tenendo conto di questi condizionanti si ha che lo spessore ha una dimensione di 10 centimetri.

I materiali determinati dalla norma per la costruzione dello strato di base per il caso analizzato sono i conglomerati bituminosi di alto modulo, identificati con l'acronimo MAM, oppure i conglomerati bituminosi di tipo grosso, identificati con la lettera G.

L'uso dei conglomerati ad alto modulo per la sezione di pavimentazione scelta al inizio di questo processo non è possibile quindi l'unica opzione per questo strato è il conglomerato bituminoso di tipo grosso.

Di seguito si riporta la sezione risultante di questa procedura.



## PAVIMENTAZIONE

ESC 1/10

Figura 81: Sezione ottenuta dalla procedura che sarà impiegata nel calcolo

#### **4.4. Alternative proposte per la manutenzione.**

Per definire le diverse alternative proposte per la manutenzione del tratto stradale in esame, occorre fare ricorso alla definizione delle stesse che impiega il proprio programma. Il programma considera che le alternative sono un insieme di singole attività che vengono effettuate in diversi momenti lungo un certo periodo di tempo durante il che si effettua l'analisi. Pertanto, per definire le diverse alternative, si dovrà definire le attività che le compongono e le loro caratteristiche così come il tempo in cui devono essere eseguite.

Per quanto riguarda alla determinazione del momento in cui devono essere realizzate le attività, in primo luogo si deve definire il periodo di tempo sul quale viene effettuato l'analisi. Questo periodo, si chiama periodo di analisi e determina il contesto temporale nel quale devono essere sviluppate le diverse attività.

Il periodo di analisi viene determinato dall'utente del programma, ma questo non vuole dire che possa assumere un valore qualsiasi, per la loro definizione devono essere rispettate tutta una serie di raccomandazione e regole fornite dal manuale di utenza del programma e dal bollettino tecnico della Pavement Division Interim relativo all'analisi di tipo LCCA.

Seguendo queste regole e raccomandazione, il periodo di analisi deve essere lo sufficientemente lungo, al meno pari a 35 anni per tutti i progetti di pavimentazione, per poter riflettere le differenze a lungo termine nel costo delle diverse alternative proposte. Per questo caso di applicazione pratica si ha scelto un periodo di analisi pari a 50 anni.

D'altro canto, per quanto riguarda al momento in cui devono essere effettuate, si deve tener conto della vita utile che ha la pavimentazione nel momento in cui si esegue l'attività e l'incremento che genera la loro esecuzione. Dovuto a che tutta questa informazione dipende dalla propria attività e dalle proprie caratteristiche, occorrerà definire di seguito le attività considerate per la manutenzione stradale del tratto in esame.

##### **4.4.1. Attività considerate**

Le attività che si hanno considerato per la costruzione delle diverse alternative sono:

- Ricostruzione.

Quest'attività costa dal rifacimento di tutto il pacchetto stradale mediante la fresatura di tutti gli strati che la compongono per poi eseguire una rinnovazione degli stessi, ripristinando le caratteristiche iniziale della pavimentazione.

Come si tratta di rinnovare completamente la pavimentazione stradale, si tratta dell'attività più aggressiva tra tutte quelle considerate, pertanto sarà anche l'attività che più allunghi la vita utile della pavimentazione con un valori pari alla al di una strada nuova, cioè pari a 20 anni.

Si deve evidenziare che sempre, per tutte le alternative, la prima attività che si è considerata ha stato una ricostruzione completa della strada. Questa ricostruzione si differenzia da tutte le altre che si possono effettuare lungo la vita utile della pavimentazione come un'attività di manutenzione stradale nel fatto che in questo caso la ricostruzione affetta anche lo strato di fondazione del pacchetto stradale.

- Fresatura degli strati di usura e binder e rifacimento degli stessi.  
Si tratta della rinnovazione degli strati di usura e binder della pavimentazione stradale esistente. Questo rinnovamento si esegue grazie alla fresatura degli strati e a una posteriore esecuzione degli stessi in modo da ripristinare caratteristiche iniziali degli stessi.  
Come si tolgono i due strati più superficiali, quelli sottoposti alle maggiori cariche e degradazione e si rimettono di nuovi si ha un guadagno nella vita utile della pavimentazione esistenti pari a 10 anni.
- Fresatura dello strato di usura e rifacimento dello stesso.  
Si tratta di un'attività analoga all'anteriore ma meno aggressiva già che solo si toglie lo strato più superficiale della pavimentazione.  
Come solo si rinnova lo strato di usura, non si risana completamente la pavimentazione esistente perché sebbene si rifà lo strato di usura non si attua sugli strati sui che appoggia e se ci sono fessure all'interno di questi non sono riparati.  
Quest'attività non risolve di tutto il problema al quale è sottoposta la pavimentazione ma permette di spostare nel tempo le conseguenze, aumentando la vita utile in 3 anni.
- Overlay.  
L'attività di overlay costa nella creazione di un nuovo strato di pavimentazione, in questo caso pratico di spessore pari a 5 centimetri, che viene sovrapposto allo strato di usura vecchio.  
Come si aggiunge un nuovo strato alla pavimentazione esistente si fornisce un notevole aumento della resistenza della pavimentazione mantenendo anche la geometria della stessa aumentando la vita utile in 5 anni.

Definite le diverse attività considerate, si devono definire le caratteristiche di ciascuna. Per effettuare questa operazione si deve di nuovo, far ricorso al proprio programma. Il programma considera che per la definizione completa di un'attività è necessario riportare tutta una serie di dati e caratteristiche che possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

*"Activity cost and service life inputs"*

In questa categoria, viene raccolta tutta l'informazione relativa al costo che deve sostenere l'amministrazione per l'esecuzione dell'attività, così come l'informazione

relativa al momento in cui deve essere effettuata e la vita utile che rimanderà una volta si ha effettuato l'attività.

Di seguito, si può vedere nella seguente figura i dati relativi a questa categoria che bisogna il programma per la definizione delle attività.

Activity Cost and Service Life Inputs			
Agency Construction Cost (\$1000):	<input type="text"/>	Activity Service Life (years):	<input type="text"/>
User Work Zone Costs (\$1000):	<input type="text"/>	Activity Structural Life (years):	<input type="text"/>
Maintenance Frequency (years):	<input type="text"/>	Agency Maintenance Cost (\$1000):	<input type="text"/>

Figura 82: Dati relativi al costo e alla vita utile dell'attività.

In questa categoria d'informazione rientrano anche i costi e i tempi relativi alla manutenzione ordinaria della pavimentazione come per esempio la riparazione di piccoli buchi oppure la manutenzione delle aree verdi. Dovuto a che in questo caso pratico si cerca di vedere che alternativa nel suo complesso è la più conveniente si ha lavorato con la ipotesi di considerare trascurabili questi costi.

Questa ipotesi si ha basato anche nel fatto che in comparazione con le altre attività manutentive i costi dovuti a questa tipologia di manutenzione è molto minore che il costo associato alle attività definite per la manutenzione.

Per il calcolo dei costi che deve assumere l'amministrazione in primo luogo si devono definire la grandezza dei lavori a effettuare, pertanto si devono definire tutte le caratteristiche geometriche del tratto in esame. Definite le differenti dimensione caratteristiche del tratto in esame, si devono definire le operazione necessarie per la realizzazione di ciascuna delle attività considerate e il loro prezzo.

Si deve evidenziare che la definizione delle caratteristiche geometriche ha stato realizzata nel punto anteriore, pertanto solo manca la definizione delle operazione e la determinazione dei loro prezzi.

Per eseguire questa operazione si hanno considerato le seguenti operazioni:

- Fresatura
- Esecuzione dello strato di usura
- Esecuzione dello strato di binder
- Esecuzione dello strato di base
- Esecuzione dello strato di fondazione
- Overlay

Definite le differenti operazioni, si ha cercato il prezzo che ha ciascuna nel prezzario della Regione di Lombardia del anno 2011.

Una volta determinato il prezzo di ciascuna di queste operazione, manca solo determinare il prezzo totale dell'attività. Quest'operazione si determina mediante la moltiplicazione del area totale dell'attività per il loro prezzo.

Tutti i calcoli effettuati per la determinazione dei prezzi sono raccolti nell'allegato D

### "Activity work zone inputs

Questa categoria, invece, raccoglie tutti i dati relativi all'area di cantieri che si deve definire per l'esecuzione dell'attività.

L'informazione riguardante a questa categoria, è fondamentale, perché determinerà i costi che l'utente sosterrà dovuti all'esecuzione dell'attività.

nella seguente figura si può vedere i dati che bisogna il programma relativi a questa categoria per la definizione delle attività.

Activity Work Zone Inputs				
Work Zone Length (miles):	<input type="text"/>	Work Zone Duration (days):	<input type="text"/>	
Work Zone Capacity (vphpl):	<input type="text"/>	Work Zone Speed Limit (mph):	<input type="text"/>	
No of Lanes Open in Each Direction During Work Zone:	<input type="text"/>	Traffic Hourly Distribution:	<input type="text"/>	
Work Zone Hours				
	Inbound		Outbound	
	Start	End	Start	End
First Period of Lane Closure:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Second Period of Lane Closure:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Third Period of Lane Closure:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				Copy Activity
				Paste Activity

Figura 83: Dati relativi all'area di lavoro

Per la definizione di tutti i parametri relativi all'area di lavoro, si deve evidenziare che si ha lavorato sull'ipotesi di avere una carreggiata chiusa l'intera lunghezza del tratto dovuto agli interventi manutentivi, spostando il traffico verso l'altra carreggiata che mentre ci siano le elaborazioni sarà a senso unico.

Questa scelta si basa nella scarsa durata e alla brevità della maggioranza delle attività manutentive considerate.

Anche, si ha lavorato sull'ipotesi che tutte le attività ad effettuare siano realizzate sotto lo stesso orario di lavoro.

L'orario di lavoro ha stato impostato con l'obiettivo di rendere minime le interferenze con il traffico stradale esistente. Quindi si ha definito l'orario in due turni.

Il primo che ha inizio alle 20:00 e finisce alle 24:00 e il secondo che inizia alle 00:00 e finisce alle 08:00, chiudendo la strada per un totale di 12 ore nella parte notturna della giornata.

Questa ipotesi si basa nel fatto che per la distribuzione di traffico scelta, week day 2, questo orario era quello che rendeva minime le interferenze con il traffico.

Di seguito, si devono calcolare i giorni che si bisognano per eseguire le differenti attività. Per definire i giorni necessari si devono identificare in primo luogo tutte le attrezzature necessarie per l'esecuzione delle diverse attività e calcolare la produttività teorica.

Le attrezzature che siano considerate sono:

- Fresa
- Finitrici
- Rullo
- Stabilizzatrice

Per il calcolo della produttività teorica di ciascuna si ha scelto tra le principali case costruttrici nel mondo l'attrezzatura che più si adatta alle caratteristiche particolare del caso in esame. Definita l'attrezzatura a utilizzare si ha cercato la scheda tecnica delle stesse dove vengono riportati le produttività teoriche.

Definita la produttività teorica si deve proseguire il ragionamento per determinare la produttività reale delle attrezzature.

In primo luogo, si ha definito, un fattore di efficienza per tutte le attrezzature pari a 0,8. Definito il coefficienti di efficienza delle attrezzature la produttività reale di ciascuna attrezzatura deve essere calcolata di forma diversa a seconda delle caratteristiche riportate nelle schede tecniche.

Tutti i calcoli effettuati per i calcoli relativi alla determinazione della produttività reale sono riportati nell'allegato D.

Definiti le produttività pratiche manca solo determinare il numero di ore che si bisognano per eseguire le diverse attività.

Il calcolo delle ore necessarie si ha effettuato sull'ipotesi che le diverse elevazione che si bisognano per il completamento di un'attività sono effettuate in serie, cioè che il tempo totale per l'esecuzione di un tratto della pavimentazione sarà determinato per il tempo più lungo delle diverse operazione necessarie per la loro elaborazione.

Tenendo apposto conto di tutto questo si ha calcolato le ore necessarie.

Calcolato il numero di ore necessarie si ha incrementato il loro valore un 10% per tener conto dei possibili imprevisti che sono sempre in cantieri.

Finalmente, per ottenere il numero di giorni necessari per l'esecuzione delle attività si ha calcolato il rapporto tra il numero di ore necessarie e il numero di ore di lavoro al giorno. Come questo rapporto non fornisce giornate interi si ha considerato che le giornate solo possono essere considerati come intere oppure come mezze, arrotondando pertanto, sempre in rialzo il numero di giornate necessarie.

Anche tutti i calcoli relativi alla determinazione del numero di giornate sono riportati nell'allegato D.

#### **4.4.2. Alternative**

Definite e caratterizzate le diverse attività elementari, si procede al calcolo dei diversi parametri temporali che permetteranno la definizione delle diverse alternative.

Per il tratto in esame, si hanno definito 6 alternative diverse che possono essere raggruppate nei seguenti gruppi:

#### 4.4.2.1. Alternative elementari

Questo sottogruppo comprende soltanto quelle alternative che unicamente comprendono un'unica attività di manutenzione.

Il gruppo considera delle sei alternative proposte le quattro prime, che sono quelle relative alle operazioni di:

- Ricostruzione
- Fresatura degli strati di usura e binder e rifacimento degli stessi
- Fresatura dello strato di usura e rifacimento dello stesso
- Overlay

Si deve evidenziare che sebbene queste alternative solo considerano una unica attività manutentiva non è del tutto vero perché meno l'alternativa che solo considera la ricostruzione in tutte le altre come prima di arrivare alla fine del periodo di analisi la vita utile della pavimentazione si ha consumato è necessario contemplare almeno una ricostruzione.

#### 4.4.2.2. Alternative combinate

Questo gruppo invece considera le due ultime alternative proposte che sono prodotte dalla combinazione nel periodo di analisi di varie attività singole.

Con queste alternative si cerca di distribuire nel tempo della migliore forma possibile le risorse disponibili per la manutenzione.

Si deve evidenziare che per tutte le alternative proposte si ha lavorato con la metodologia di non lasciare mai che la vita utile della pavimentazione si consumi prima del intervento che deve essere effettuato, cercando con questo che il livello di servizio della pavimentazione non arrivi mai a un livello tale che non permetta la circolazione degli utenti.

Tenendo conto di tutto questo, a continuazione vengono riportate in apposite tabelle ciascuna delle alternative proposte così come le loro caratteristiche definitorie.

Tabella 47: Alternativa 1

Ricostruzione			
Anno	0	15	35
Attività	Costruzione	Ricostruzione	Ricostruzione
Vita Utile Rimanente	20	5	5
Aumento della vita utile	-	20	20
Nuova vita utile	-	25	25
Anno limite della strada	20	40	60

Tabella 48: Alternativa 2

Fresatura e rifaccimento dello strato di usura e di binder (F+U+B)				
Anno	0	15	25	35
Attività	Costruzione	F+U+B	F+U+B	Ricostruzione
Vita Utile Rimanente	20	5	5	5
Aumento della vita utile	-	10	10	20
Nuova vita utile	-	15	15	25
Anno limite della strada	20	30	40	60

Tabella 49: Alternativa 3.

Fresatura e rifaccimento dello strato di usura (F+U)						
Anno	0	8	15	25	35	45
Attività	Costruzione	F+U	F+U	Ricostruzione	F+U	F+U
Vita Utile Rimanente	20	12	8	1	11	4
Aumento della vita utile	-	3	3	20	3	3
Nuova vita utile	-	15	11	21	14	7
Anno limite della strada	20	23	26	46	49	52

Tabella 50: Alternativa 4

Overlay					
Anno	0	10	23	35	45
Attività	Costruzione	Overlay	Ricostruzione	Overlay	Ricostruzione
Vita Utile Rimanente	20	10	2	10	5
Aumento della vita utile	-	5	20	5	20
Nuova vita utile	-	15	22	15	25
Anno limite della strada	20	25	45	50	70

Tabella 51: Alternativa 5

Mix 1				
Anno	0	8	20	30
Attività	Costruzione	Overlay	F+U+B	Ricostruzione
Vita Utile Rimanente	20	12	5	5
Aumento della vita utile	-	5	10	20
Nuova vita utile	-	17	15	25
Anno limite della strada	20	25	35	55



Tabella 52: Alternativa 6

Mix 2					
Anno	0	10	20	25	45
Attività	Costruzione	Overlay	F+U	Ricostruzione	Overlay
Vita Utile Rimanente	20	10	5	3	3
Aumento della vita utile	-	5	3	20	5
Nuova vita utile	-	15	8	23	8
Anno limite della strada	20	25	28	48	53

#### **4.5. Conclusioni dopo l'analisi**

Una volta definite tutte le caratteristiche che bisogna il programma per il loro funzionamento, si può effettuare l'analisi per determinare che alternativa tra tutte le considerate è la più conveniente. Il programma permette l'esecuzione di analisi siano di tipo deterministico che di tipo probabilistico. In questo caso si ha scelto l'approccio deterministico già che sebbene i risultati che fornisce l'analisi probabilistico sono più fedeli l'analisi deterministico fornisce anche un buon livello di esattezza nei risultati.

Anche la scelta del metodo deterministico si ha basato nella maggiore difficoltà nella determinazione delle caratteristiche e dei input che bisogna il programma dovuto al fatto che si deve definire la funzione di distribuzione della probabilità dei dati.

Occorre, prima di estrarre alcuna conclusione circa i risultati forniti dall'analisi, definire una serie di concetti relativi ai differenti risultati che fornisce il programma, in modo di comprendere meglio cosa significano e a che si riferiscono.

I concetti a definire sono:

- Undiscounted sums  
Questo termine fa riferimento al valore totale dei costi a sostenere ma senza tener conto della svalutazione che soffre il denaro lungo il periodo di analisi. Questa voce dei risultati pertanto non tiene conto della percentuale di sconto introdotta per riflettere il passaggio del tempo.
- Present Value  
Questo termine fornisce il valore attuale dei costi che devono essere sostenuti per l'esecuzione delle attività tenendo conto della svalutazione che si ha lungo il periodo di analisi.  
Il valore attuale si ottiene tramite la svalutazione dei costi con la tasso di sconto, che nel caso in esame è pari a un 4%.
- EUAC (Equivalent Uniform Annual Cost)  
Questo termine rappresenta il *present value* ma come se fosse ripartito annualmente di maniera uniforme lungo il periodo di analisi.

Definite le differenti voci dei risultati si può già analizzare i risultati.

I risultati forniti dal programma per il caso in esame sono i seguenti:

Tabella 53: Risultati in dollari forniti dal Real Cost

Total Cost	Alternativa 1: Ricostruzione		Alternativa 2: Fresatura+Usura+Binder		Alternativa 3: Fresatura+Usura		Alternativa 4: Overlay		Alternativa 5: Mix 1		Alternativa 6: Mix 2	
	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)
Undiscounted Sum	17.400,17	486,22	18.508,16	598,65	20.141,71	631,70	16.561,37	540,19	18.072,77	581,48	16.732,86	554,99
Present Value	11.992,42	378,23	11.933,17	419,05	12.539,79	429,74	10.950,48	390,27	11.448,19	414,21	11.072,73	399,18
EUAC	558,25	17,61	555,49	19,51	583,73	20,00	509,75	18,17	532,92	19,28	515,44	18,58

Tabella 54: Risultati in euro forniti dal Real Cost

Total Cost	Alternativa 1: Ricostruzione		Alternativa 2: Fresatura+Usura+Binder		Alternativa 3: Fresatura+Usura		Alternativa 4: Overlay		Alternativa 5: Mix 1		Alternativa 6: Mix 2	
	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)	Agency Cost (€1000)	User Cost (€1000)
Undiscounted Sum	12.700,85	354,91	13.509,61	436,97	14.701,98	461,10	12.088,59	394,30	13.191,80	424,43	12.213,77	405,10
Present Value	8.753,59	276,08	8.710,34	305,88	9.153,13	313,68	7.993,05	284,87	8.356,34	302,35	8.082,29	291,37
EUAC	407,48	12,85	405,47	14,24	426,08	14,60	372,08	13,26	388,99	14,07	376,23	13,56

Tabella 55: Alternativa più conveniente

Lowest Present Value Agency Cost	<b>Alternative 4: Overlay</b>
Lowest Present Value User Cost	<b>Alternative 1: Ricostruzione</b>

Come si può vedere dai risultati forniti per il programma considera che le migliore alternative va tra tutte quelle considerate è l'alternativa numero 4 per quanto riguarda ai costi per l'agenzia e l'alternativa 2 per quanto riguarda ai costi degli utenti.

Per determinare l'alternativa che nel suo complesso è la migliore, si devono comparare tra questi due quella che ha un minor costo complessivo. Come l'alternativa 4 ha un minore costo per l'agenzia, costo che rappresenta la maggioranza dei costi, per non dire tutti i costi che devono essere sostenuti e nei costi per gli utenti la differenza è molto ristretta risulta evidente che la migliore scelta tra tutte è l'alternativa 4, cioè l'alternativa dell'overlay.

La scelta di quest'alternativa rientra all'interno della logica perché comparando tra le diverse attività, l'overlay è l'attività che permette un incremento maggiore nella vita utile con i minori costi sia di costruzione per il minore prezzo unitario che per l'utente dovuto alla necessità di minore tempo per l'elaborazione.

Si deve evidenziare, che il programma impiegato è un strumento molto utile già che aiuta nel processo decisionale della strategia ad adottare per la manutenzione stradale. Dovuto a che solo considera l'aspetto economico delle alternative proposte e come si ha visto dopo lo studio nei diversi paesi analizzati dei diversi sistemi e strategie di gestione della manutenzione stradale, la gestione della manutenzione stradale non è solo l'aspetto economico della stessa, sebbene è uno dei più importanti, deve includere anche tutti gli aspetti relativi al deterioro, alla misura e al rilievo dello stato in cui si trova la pavimentazione.

Si propone pertanto, per soddisfare questa esigenza che attraverso opportuni indici di stato come per esempio il IRI, la percentuale di fessurazione, la resistenza allo slittamento oppure il PCI definire una serie di valori di soglia, valore minimo che non può essere superato e che dovrebbe essere impiegato per stringere il momento in cui ciascuna delle attività deve essere eseguita. Rendendo così una pianificazione a lungo termine però alla volta flessibile nel tempo.

## 5. Bibliografia

[1] Road profile input estimation in vehicle dynamics simulation. Vehicle System Dynamics, H. Imine, Y. Delanne, N.K. M'Sirdi, 2006.

[2] Critical Profiler Accuracy Requirements, University of Michigan, Transportation Research Institute Report UMTRI, Karamihas, 2005.

LTPP Manual for Profile Measurements and Processing Publication Number: FHWA-HRT-08-056, November 2008

[3] Tandard test procedure for benkelman beam deflection measurements;

[4] Guidance notes on falling weight deflectometer field survey, Highways Department. RD/GN/026, August 2000

[5] Pavement Management Practices, National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice, Peterson, 1987.

[6] Allegato A, Standard Prestazionali e Criteri di Manutenzione Delle Pavimentazioni Stradali, Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, 1° Suppl. Straordinario al m.8- 21 febbraio 2006.

[7] Guidelines for local roads, New Zealand Transport Agency Maintenance, 2012.

[8] State Highway Asset Management Plan 2012-2015

[9] Highway Performance Monitoring System, November 2012.

[10] Highway Statistics 2006

[11] Ordinanza sulle strade nazionale, 7 de novembre 2007.

[12] LIFE-CYCLE COST ANALYSIS PROCEDURES MANUAL 2013 Caltrans® State of California Department of Transportation Division of Maintenance Pavement Program

Guidance Notes Catalogue of Road Defects (CORD), Highways Department Research Development Division, January 2013.

M.5.1. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles, Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamerica, Colección de Documentos Volumen nº 11, 2002.

Pavement Surface Condition Field Rating Manual for Asphalt Pavement, Northwest Pavement Management Association, 1999.

Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action 354 "Performance Indicators for Road Pavements, European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research-COST -, Brussels 11 March 2004.

Capítulo 8: Mantenimiento y Conservación de pavimentos asfálticos, Vademecum PROAS-CEPSA, Felix Edmundo Perez Jimenez, Diciembre 2013.

Notes on administration for the Nation Building Program (National Land Transport) Act 2009, Australia Government, July 2009

ROADS 2020, Bureau of Transport and Communications Economics and Commonwealth of Australia, 1997

Local Government (Financial Assistance) Act 1995, Australia Government, Act No. 36 of 2009

2010–11 Local Government National Report, Commonwealth of Australia 2013.

<https://www.tc.gc.ca/> sitio web Transport Canada

Estimation of the Representative Annualized Capital and Maintenance Costs of Roads by Functional Class, Applied Research Associates, Inc., August 2008

Transport Canada's Departmental Sustainable Development Strategy 2012-2013 Reporting Update, Minister of Transport of Canada, 2013.

National Highway System Review Task Force Report, Council of Ministers Responsible for Transportation and Highway Safety (Canada), September 22, 2005.

Pavement Management in Canadian National Parks, Morin; T., MacLeod; D.R., McGuire; T.M, 6th International Conference on Managing Pavements (2004).

IM/IT Strategic/Investment Plan 2009/10–2012/13, Transport Canada, August 2009.

Government Policy Statement on Land Transport Funding 2012/13–2021/22 (GPS), New Zealand Government, July 2011

Highways & Network Operations Management System Manual, NZ Transport Agency (NZTA), 2012

Land Transport Management Act 2003, Ministry of Transport, New Zealand, 2003

Current issues for the 50th Parliament: Land Transport Funding, 2011

Maintenance guidelines for local roads (2012), New Zealand Transport Agency, 2012

Road Maintenance Task Force 2012 – Review of road maintenance regime, New Zealand Transport Agency, October 2012

State Highway Asset Management Plan 2012–15, NZ Transport Agency, October 2011

State Highway Plan 2013/14, NZ Transport Agency, 2013

<http://www.nzta.govt.nz/>

2013 Status of the Nation's Highways, Bridges, and Transit: Conditions & Performance report to congress; U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, Federal Transit Administration.

Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program, U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, June 2003.

Highway Economic Requirements System-State Version Technical Report, U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, August 2005.

Highway Performance Monitoring System Field Manual, Office of Highway Policy Information, March 2013.

Practical Guide for Quality Management of Pavement Condition Data collection, U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration.

Title 23, United States Code, January 2014.

Comitato Tecnico D1 Gestione del Patrimonio Stradale, Metodologie e Criteri per la Gestione del Patrimonio Stradale, Associazione Mondiale della Strada-AICPR Comitato Nazionale Italiano, Quadriennio 2008-2011.

Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti Anni 2011-2012, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Dipartimento per i Trasporti, la Navigazione ed i Sistemi Informativi e Statistici,

D.M. 1 giugno 2001 (S.O. n.6 alla G.U. n.5 del 7.1.02) Modalità di istituzione e aggiornamento del catasto delle strade ai sensi dell'art. 13, comma 6, del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni.

D.Lgs. 29 Ottobre 1999, n. 461: "individuazione della rete autostradale e stradale nazionale, a norma dell'art. 98, comma 2, del D.Lgs 31 marzo 1998, n. 112"

Norma per gli Interventi di Adeguamento delle Strade Esistenti 21marzo 2006

Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2001.

Legge Regionale 4 Maggio 2001- n° 9 Programmazione e sviluppo della rete viaria di interesse regionale

D.g.r. 25 gennaio 2006 - n. 8/1790 Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle strade, delle loro pertinenze ed opere d'arte – Asse di intervento 6.1.10 «Altre azioni per il miglioramento delle infrastrutture di trasporto regionali».

Maintaining a Vital Asset, UK Roads Liaison Group, November 2005.

Technical Note: Road Condition and Maintenance Data, Network Condition & Geography Statics Branch, Department for Transport, 2005.

Guidance on Road Classification and the Primary Route Network, Department for Transport, January 2012.

Statistical Release 30 April 2014, Road Conditions in England: 2013, Department for Transport, 2014.

The UKPMS user manual, pavement condition information system, 2009.

Well-maintained Highways, Code of Practice for Highway Maintenance Management, Roads Liaison Group, 2005 Edition Last updated 29 November 2011.

Framework for Asset Management, Country Surveyors Society, 2004.

Design & Maintenance Guidance for Local Authority Roads Departures from Standards: Procedures for Local Highway Authorities, Department for Transport, October 2011.

Highway Infrastructure Asset Management Guidance Document, Highway Maintenance Efficiency Programme, UK Roads Liaison Group, May 2013.

Guidance Document for Highway Infrastructure Asset Valuation, County Surveyors Society/TAG Asset Management Working Group, Roads Liaison Group, July 2005.

Highway Asset Management Quick start Guidance: Note Level of Service, UK Roads Board, July 2008.

Highway Asset Management Quick start Guidance: Life Cycle Planning, UK Roads Board, September 2008.

Investitionsrahmenplan 2011-2015 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP), Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Web Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur <http://www.bmvi.de/>

Web Bundesanstalt für Straßenwesen (Federal Highway Research Institute)  
<http://www.bast.de/>

Web Ufficio federale delle strade USTRA (Confederazione Svizzera),  
<http://www.astra.admin.ch/>

Legge federale sulle strade nazionali, L'Assemblea Federale della Confederazione Svizzera, 8 marzo 1960 (Stato 1° gennaio 2011)

Ordinanza sulle strade nazionali (OSN), Consiglio Federale Svizzero, 7 novembre 2007 (Stato 1° gennaio 2013)

Direttiva Oggetti d'inventario, Ufficio federale delle strade USTRA, 2010

Gestion de l'entretien des chaussées (GEC): Relevé d'état et appréciation en valeur d'indice, Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (Norma Svizzera), 2003

Gestion de l'entretien des chaussées (GEC): Mode opératoire pour le relevé visuel d'état avec le catalogue des dégradations, Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (Norma Svizzera), 2003

Norma 6.3 IC: Rehabilitación de Firmes, Ministerio de Fomento, 2003

Grupo de Trabajo sobre financiación de la conservación de carreteras en España Documento de Síntesis y Recomendaciones, Comisión de Transportes (CICCP), 2002

Rehabilitación de firmes Orden Circular 9/2002, Ministerio de Fomento, 2002

Guía para la actualización del inventario de firmes de la Red de Carreteras del Estafo, Ministerio de Fomento, 2011

Artículo: Financiación de Autopistas en España (XV Congreso Mundial de Carreteras Paris), Justo Borrajo Sebastián, 2001.

Artículo: Definición y selección de indicadores necesidad de motivar los indicadores elegidos para la conservación de una red, José Manuel Rodríguez Marcoida y Carlos Sánchez Macias, VIII Jornadas Nacionales sobre Conservación de Carreteras Vitoria-Gasteiz 18 al 21 de junio de 2002

Nota de prensa: Empeora la conservación de las carreteras españolas, La Asociación Española de la Carretera, 2006

Libro Verde de la Conservación de Infraestructuras en España, ACEX (Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras)



COUNTRY	ADMINISTRATION OF THE ROADS	ROAD CLASIFICATION	STANDARD, REGULATION, RULES, GUIDELINES.	MEASURED THE STATE OF THE ROADS	LOCAL GOVERNMENT FOR MAINTANCE	PAVEMENT DISTRESS LEVELS
			EXIST	EXIST		EXIST
SPAIN	Network states road (Ministerio de Fomento). Network autonómica (comunidades autónomas), provincial (diputaciones), municipal (ayuntamientos)	Network of roads of the State (State-owned): toll highways, free highways, national highways, conventional and dual carriageway; "Autonómica" Network ("Comunidades Autónomas"); Provincial Network (Provincial Government); Municipal network (City Council)	YES	YES.	Ministerio de Fomento and Community Autonomas. however, maintenance activities are carried out by private companies or dependent of the Ministerio or Regional Governments	YES
FRANCE	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie	Autoroutes, Route Nationale (the state), Routes Départementales (The Départments), Routes Communales (local roads).	YES	YES	LES VOIES COMMUNALES (local government); LES ROUTES DÉPARTEMENTALES (regional governments) ; LES ROUTES NATIONALES (Ministère Chargé des Transports); LES AUTOROUTES NON CONCÉDÉES (Ministère Chargé des Transports); LES AUTOROUTES CONCÉDÉES (They belong to the State which employs a fixed term, financing, construction, maintenance and operation of the concessionary companies of highways)	YES
UK	Local authorities, The Devolved Administrations of Scotland, Wales and Northern Ireland and The Highways Agency.	Motorway, Primary A-road, Non-primary A-road, B road (Regional), C road (local authority) and Unclassified	YES	YES	The highways agency is an executive agency of the department for transport (DfT). Each local authority is responsible for maintaining the roads within its boundaries. Highways matters are dealt with by the upper tier local authorities (County Councils) as well as the unitary authorities, metropolitan borough councils and London boroughs. (Wales, Scotland and Northern Ireland are all responsible for their maintaining their own roads).	YES
GERMANY	Federal Highways (Bundesstrassen) and State Roads (Landestrassen) Federal Ministry of Transport; District roads (Kreisstrassen) and Municipal roads (Gemeindestrassen) the Motorway and Road Administrative Authorities	The national roads in Germany are called Bundesstraßen (federal roads); Landesstraße (country road) or Staatsstraße (state road).	YES	YES	The Federal States under The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development. Motorway administrative authorities and road administrative authorities performed the road maintenance. (The only state in Germany where the maintenance of road is privatized is Thuringia)	(YES)
SWITZERLAND	Dipartimento dell' Ambiente, dei Trasporti, dell' Energia e delle Comunicazioni. Ufficio Federale delle Strade (USTRA)	Autobahn (4 or 6 lane motorway/interstate expressway with strictly separated lanes); Autostrasse (2 lane motorway/expressway); Main roads, outside towns/villages; Side roads.	YES	YES	UFFICIO FEDERALE DELLE STRADE (USTRA)	YES
PORTUGAL	Estradas Nacionais (Agency Estradas de Portugal); Estradas Regionais (Estradas de Portugal or Portuguese municipalities); Estradas Municipais (Portuguese municipalities)	Fundamental Network:Itinerários Principais; Complementary Network: Itinerários Complementares and Estradas Nacionais; Regional Network: Estradas Regionais; Rede Nacional de Auto-Estradas (National Highway Network):Auto-Estradas.	YES	YES	ESTRADAS DE PORTUGAL (S.A. WITH PUBLIC CAPITAL)	NO
DENMARK	The Danish Road Directorate		YES	YES.	The Danish Road Directorate maintains the State road network	YES

COUNTRY	ADMINISTRATION OF THE ROADS	ROAD CLASIFICATION	STANDARD, REGULATION, RULES, GUIDELINES.	MEASURED THE STATE OF THE ROADS	LOCAL GOVERMENT FOR MAINTANCE	PAVEMENT DISTRESS LEVELS
			EXIST	EXIST		EXIST
FINLAND	Main roads class 1 and 2, Regional roads, connecting roads and Local roads (The Finland State); streets (the Local municipality)	Main roads class 1 and 2, regional roads, connecting roads and local roads	NO	YES.	The Regional Centres (nine districts) are responsible of the road maintenance of their own area under guidance of the central unit. The Finnish Transport Agency is responsible for the management of the countrywide public road network. They order the maintenance as area maintenance contracts from contractors.	NO
NORWAY	The Norwegian Public Roads Administration. The agency is led by the directorate of public roads (Ministry of Transport and Communications)	Norway has a limited number of motorways or 'E' roads, most of which are in the area surrounding Oslo. Outside of the capital, the majority of roads are dual lane, single carriageways. Many roads are toll roads.	YES	YES	Norwegian Public Roads Administration (STATENS VEGVESEN)	YES
ITALIA	Strade statali (Governo Statale); strade regionali (Governi Regionali) e strade provinciali e comunali (Governi Locali)	Autostrade; Strade extraurbane principali; Strade extraurbane secondarie; Strade urbane di scorrimento; Strade urbane di quartiere; Strade locali; itinerari ciclopdonali	YES	YES	ANAS S.p.A.; Governi Regionali e Locali	YES
AUTRALIA	Federal (Department of Infrastructure and Regional Development); State; and Local	Freeways, motorways, expressways and tollways; Australian national highway network (linking the capital cities of each state and other major cities and towns); Minor roads (Local governments); Urban; Rural	YES	YES. This is mesured by agency	Australia's state and Local governments with their differents agencies	YES
CANADA	The Trans-Canada highway, National Highway System and roads of Park of Canada (Transportation minister); province or territory transportation departments	National Highway System (level 1); Arterial (level 2); Collector (Level 3); Locals(Level 4); Park Access Road	YES	YES. This is mesured by agency	The federal government is responsible for maintaining roads crossing federal property. The federal government is also involved in the administration of the National Highway System. In cities, towns and villages are the responsibility of municipalities. The federal government has delegated responsibility for roads to provincial/territorial governments.	YES
USA	Interstate highways (Federally Funded and Administered (but State-Maintained)); the U.S. Highway System (Federal Highway Administration and Transportation Officials and Maintained by State and local governments); State Highways (each State); county highways (each county)	Functional Classification: Freeways, Arterial, Collectors and Local roads. Also: Interstate Highways, U.S. Highways, State Highways and County Highways.	YES	YES. This is mesured by agency	The Federal Highway Administration (FHWA) is an agency within the U.S. Department of Transportation that supports State and local governments in the design, construction, and maintenance of the Nation's highway system. There are also other agencies that it belong to States )	YES
NEW ZEALAND	The State Highway Network (New Zealand transport agency); the majority of smaller or urban roads (city or district councils); and other authorities	Motorway; Major Arterial; Minor Arterial; Collector; Local	YES	YES	NZ TRANSPORT AGENCIE and Regional Governments	YES

## Allegato B: Questionario Inviato

### Questionario Inviato ai paesi europei

- 1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?**

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		
Secondary/Rural roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		

- 2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes/No]**

If Yes, please specify the regulation currently in force.

- 3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes/No]**

If Yes, please specify which are these organizations or agencies.

- 4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes/No]**

- 5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes/No]**

- 6. What kind of data is collected?**

Visual distress surveys

Roughness

Bearing capacity

Rutting

Cracking percentage

Road profile

Deflection data

Skid Resistance

Other:

- 7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes/No]**

**If Yes, please what the indices are.**

Ruth Depth

International Roughness Index (IRI)

Structural Strength Index (SSI)

Skid

Cracking severity

Pavement Condition Index (PCI)

Present Serviceability Index (PSI)

Other:

- 8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes/No]**

Specify which threshold values are currently used in your country.

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation?**

[Yes/No]

If Yes, please specify how.

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/m<sup>2</sup>

<input type="checkbox"/>	0-0.5 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.5-1 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-3 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	3-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-5 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	5-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-7 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	7-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-9 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	9-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-15 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 15 €/m <sup>2</sup>
--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/km

<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1'000 €/km	<input type="checkbox"/>	1'000-2'000 €/km	<input type="checkbox"/>	2'000-3'000 €/km	<input type="checkbox"/>	3'000-4'000 €/km	<input type="checkbox"/>	4'000-5'000 €/km	<input type="checkbox"/>	5'000-10'000 €/km	<input type="checkbox"/>	10'000-20'000 €/km	<input type="checkbox"/>	20'000-30'000 €/km	<input type="checkbox"/>	30'000-40'000 €/km	<input type="checkbox"/>	40'000-50'000 €/km	<input type="checkbox"/>	50'000-60'000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 60'000 €/km
--------------------------	------------	--------------------------	----------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	-------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*)

<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - REHABILITATION (\*)

<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1'000 €/km	<input type="checkbox"/>	1'000-5'000 €/km	<input type="checkbox"/>	5'000-10'000 €/km	<input type="checkbox"/>	10'000-20'000 €/km	<input type="checkbox"/>	20'000-40'000 €/km	<input type="checkbox"/>	40'000-60'000 €/km	<input type="checkbox"/>	60'000-80'000 €/km	<input type="checkbox"/>	80'000-100'000 €/km	<input type="checkbox"/>	100'000-120'000 €/km	<input type="checkbox"/>	120'000-140'000 €/km	<input type="checkbox"/>	140'000-160'000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160'000 €/km
--------------------------	------------	--------------------------	----------------	--------------------------	------------------	--------------------------	-------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1.000 €/km	<input type="checkbox"/>	1.000-5.000 €/km	<input type="checkbox"/>	5.000-10.000 €/km	<input type="checkbox"/>	10.000-20.000 €/km	<input type="checkbox"/>	20.000-40.000 €/km	<input type="checkbox"/>	40.000-60.000 €/km	<input type="checkbox"/>	60.000-80.000 €/km	<input type="checkbox"/>	80.000- 100.000 €/km	<input type="checkbox"/>	100.000- 120.000 €/km	<input type="checkbox"/>	120.000- 140.000 €/km	<input type="checkbox"/>	140.000- 160.000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160.000 €/km
--------------------------	---------------	--------------------------	-------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1.000 €/km	<input type="checkbox"/>	1.000-5.000 €/km	<input type="checkbox"/>	5.000-10.000 €/km	<input type="checkbox"/>	10.000-20.000 €/km	<input type="checkbox"/>	20.000-40.000 €/km	<input type="checkbox"/>	40.000-60.000 €/km	<input type="checkbox"/>	60.000-80.000 €/km	<input type="checkbox"/>	80.000- 100.000 €/km	<input type="checkbox"/>	100.000- 120.000 €/km	<input type="checkbox"/>	120.000- 140.000 €/km	<input type="checkbox"/>	140.000- 160.000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160.000 €/km
--------------------------	---------------	--------------------------	-------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [Yes/No]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [Yes/No]**

Regulation title:

(\*) [Rehabilitation: includes resurfacing, rehabilitation, or reconstruction of existing highway lanes.](#)

(\*\*) *New Construction: includes the construction of new highways and the addition of lanes to existing highways.*

(\*\*\*) *Improvement: includes safety enhancements, traffic control facilities, and environmental enhancements.*

## Questionario Inviato ai paesi extra-europei

**1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?**

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		
Secondary/Rural roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		

**2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes/No]**

If Yes, please specify the regulation currently in force.

---

**3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes/No]**

If Yes, please specify which are these organizations or agencies.

---

**4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes/No]**

**5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes/No]**

**6. What kind of data is collected?**

- Visual distress surveys
  - Roughness
  - Bearing capacity
  - Rutting
  - Cracking percentage
  - Road profile
  - Deflection data
  - Skid Resistance
  - Other:
- 

**7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes/No]**

**If Yes, please what the indices are.**

- Ruth Depth
  - International Roughness Index (IRI)
  - Structural Strength Index (SSI)
  - Skid
  - Cracking severity
  - Pavement Condition Index (PCI)
  - Present Serviceability Index (PSI)
  - Other:
- 

**8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes/No]**

Specify which threshold values are currently used in your country.

---



---

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes/No]**

If Yes, please specify how.

---



---

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/ft<sup>2</sup>

0-0.1 \$/ft <sup>2</sup>	0.1-0.2 \$/ft <sup>2</sup>	0.2-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.4 \$/ft <sup>2</sup>	0.4-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.7 \$/ft <sup>2</sup>	0.7-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-0.9 \$/ft <sup>2</sup>	0.9-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.2 \$/ft <sup>2</sup>	1.2-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-2.0 \$/ft <sup>2</sup>	More than 2.0 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/mi

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-4 400 \$/mi	4 400-6 600 \$/mi	6 600-9 000 \$/mi	9 000-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-66 000 \$/mi	66 000-88 000 \$/mi	88 000- 110 000 \$/mi	110 000- 132 000 \$/mi	More than 132 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - REHABILITATION (\*)

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-88 000 \$/mi	88 000- 132 000 \$/mi	132 000- 176 000 \$/mi	176 000- 220 000 \$/mi	220 000- 264 000 \$/mi	264 000- 308 000 \$/mi	308 000- 352 000 \$/mi	More than 352 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-1.100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1.100-2.200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2.200-11.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11.000-22.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22.000-44.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44.000-88.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88.000- 132.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132.000- 176.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176.000- 220.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220.000- 264.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264.000- 308.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308.000- 352.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352.000 \$/mi
--------------------------	------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	----------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
--------------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-1.100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1.100-2.200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2.200-11.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11.000-22.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22.000-44.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44.000-88.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88.000- 132.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132.000- 176.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176.000- 220.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220.000- 264.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264.000- 308.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308.000- 352.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352.000 \$/mi
--------------------------	------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	----------------------------

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [Yes/No]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [Yes/No]**

Regulation title:

(\*) **Rehabilitation: includes resurfacing, rehabilitation, or reconstruction of existing highway lanes.**

(\*\*) *New Construction: includes the construction of new highways and the addition of lanes to existing highways.*

(\*\*\*) *Improvement: includes safety enhancements, traffic control facilities, and environmental enhancements.*



## **Allegato C: Risposte al questionario**

### **Risposte ricevute dei paesi europei**

#### **ESTONIA**

**1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?**

Road classification		Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway + dual	4947 km	9 m
Secondary/Rural roads	Single carriageway	36359 km	7 m
	Dual carriageway		

**2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes]**

**If Yes, please specify the regulation currently in force:**

<https://www.riigiteataja.ee/akt/964952?leiaKehtiv> (in Estonian language)

**3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]**

**If Yes, please specify which are these organizations or agencies:**

State roads - Estonian Road Administration

Urban/local roads – local municipalities

In all cases maintenance is tendered out for private companies

**4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes]**

**5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes]**

**6. What kind of data is collected?**

Visual distress surveys

Roughness

Bearing capacity

Rutting

Cracking percentage

Road profile

Deflection data

Skid Resistance

Other:

**7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes]**

**If Yes, please what the indices are:**

Ruth Depth

International Roughness Index (IRI)

Structural Strength Index (SSI)

Skid

Cracking severity

Pavement Condition Index (PCI)

Present Serviceability Index (PSI)

Other:

Pavement distress sum

Bearing capacity


**8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes]**

	Traffic Volume (veicoli/24h)				
State Roads	>5000	5000-3001	3000-501	<=500	Other
Main Roads	C1	C1	C2	C2	N2
Secondary Roads	C1	C2	C2	C3	N3
Local Roads	C1	C2	C3	C4	N4

	Gruppo C1		Gruppo C2		Gruppo C3		Gruppo C4	
	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level	Warnig Level	Critical Level
IRI mm/m>	2,5	3	3	3,5	3,3	3,8	3,5	4
DS (distress sum), %>	5	8	7	10	9	14	13	18
E (bearing capacity), Mpa<	260	240	240	220	220	190	190	170
Roobas	15	20	15	20	-	-	-	-

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes]**

If Yes, please specify how:

PMS will determine road sections in bad condition and sections can be prioritized based on how many threshold values are over critical value and how many over warning value. Special condition coefficient can be calculated based on that. Also PMS is calculating beneficial ratio based on investment and road user cost savings after investment. Taking those condition coefficient and beneficial ratio of certain road sections they can be prioritized based on those values.

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/m<sup>2</sup>

0-0.5 €/m <sup>2</sup>	0.5-1 €/m <sup>2</sup>	1-2 €/m <sup>2</sup>	2-3 €/m <sup>2</sup>	3-4 €/m <sup>2</sup>	4-5 €/m <sup>2</sup>	5-6 €/m <sup>2</sup>	6-7 €/m <sup>2</sup>	7-8 €/m <sup>2</sup>	8-9 €/m <sup>2</sup>	9-10 €/m <sup>2</sup>	10-15 €/m <sup>2</sup>	More than 15 €/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/km



<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

Road owners – Estonian Road Administration and local municipalities

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

There is no criteria followed

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget?**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [Yes/No]**

Regulation title:

## ROMANIA

### 1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		
Secondary/Rural roads	Single carriageway		
	Dual carriageway		
We have	530 km highways	35000 km county roads	32000 country road
15 408 km of national roads			
We can't specify separate for single or dual carriageway			

### 2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes]

#### If Yes, please specify the regulation currently in force:

We have the Law no.82/1998 and a lot of standards, guidelines and technical norms about road maintenance

### 3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]

#### If Yes, please specify which are these organizations or agencies:

The road sector is divided as follows:

- Highways and National roads under authority of the Minister of Transports, administrated by the National Company of Motorways and National Roads in Romania
- County roads under authority of the County Councils, administrated by their own Road Departments
- Streets and local roads under authority of the cities and commune mayors, administrated by their own Road Departments

The national road administration is divided as follows:

- 7 Regional Divisions
- Each division is divided in several counties subdivisions

All divisions and subdivisions are working as Permanent/Temporary Operational Centers.

- Each county subdivision is divided in several districts and each district is working as a Surveillance Team. Each district has the responsibility of maintenance and administration of an average of 50 km of roads.

The county roads administration is divided as follows:

- 2-4 subdivision that are working as Permanent/Temporary Operational Centers
- Each subdivision is divided in several districts and each district is working as a Surveillance Team.

### 4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes]

### 5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes]

**6. What kind of data is collected?**

- Visual distress surveys
- Roughness
- Bearing capacity
- Rutting
- Cracking percentage
- Road profile
- Deflection data
- Skid Resistance
- Other:

**7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes/No]**

**If Yes, please what the indices are:**

- Ruth Depth
- International Roughness Index (IRI)
- Structural Strength Index (SSI)
- Skid
- Cracking severity
- Pavement Condition Index (PCI)
- Present Serviceability Index (PSI)
- Other:

**8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes]**

**Specify which threshold values are currently used in your country:**

We have a specific technical norms for example PD 177 that use the values of different parameters measured on the road and the measures to undertake, types of works to be done

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes]**

**If Yes, please specify how:**

As I have mentioned at answer no.8

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

We can't specify one of the answers below because the budget for maintenance is always to low than the real needs. So every year we can't do all the maintenance work required by our technical norms. Even so we are building new roads (highways, city rings) but we don't have the needed maintenance funds for existing infrastructure.

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/m<sup>2</sup>

- 0-0.5 €/m<sup>2</sup>
- 0.5-1 €/m<sup>2</sup>
- 1-2 €/m<sup>2</sup>
- 2-3 €/m<sup>2</sup>
- 3-4 €/m<sup>2</sup>
- 4-5 €/m<sup>2</sup>
- 5-6 €/m<sup>2</sup>
- 6-7 €/m<sup>2</sup>
- 7-8 €/m<sup>2</sup>
- 8-9 €/m<sup>2</sup>
- 9-10 €/m<sup>2</sup>
- 10-15 €/m<sup>2</sup>
- More than 15 €/m<sup>2</sup>

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/km

0-500 €/km	500-1'000 €/km	1'000-2'000 €/km	2'000-3'000 €/km	3'000-4'000 €/km	4'000-5'000 €/km	5'000-10'000 €/km	10'000-20'000 €/km	20'000-30'000 €/km	30'000-40'000 €/km	40'000-50'000 €/km	50'000-60'000 €/km	More than 60'000 €/km
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*\*)

0-2 €/m <sup>2</sup>	2-4 €/m <sup>2</sup>	4-6 €/m <sup>2</sup>	6-8 €/m <sup>2</sup>	8-10 €/m <sup>2</sup>	10-12 €/m <sup>2</sup>	12-14 €/m <sup>2</sup>	14-16 €/m <sup>2</sup>	16-18 €/m <sup>2</sup>	18-20 €/m <sup>2</sup>	20-22 €/m <sup>2</sup>	22-24 €/m <sup>2</sup>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - REHABILITATION (\*\*)

0-500 €/km	500-1'000 €/km	1'000-5'000 €/km	5'000-10'000 €/km	10'000-20'000 €/km	20'000-40'000 €/km	40'000-60'000 €/km	60'000-80'000 €/km	80'000-100'000 €/km	100'000-120'000 €/km	120'000-140'000 €/km	140'000-160'000 €/km	More than 160'000 €/km
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

0-2 €/m <sup>2</sup>	2-4 €/m <sup>2</sup>	4-6 €/m <sup>2</sup>	6-8 €/m <sup>2</sup>	8-10 €/m <sup>2</sup>	10-12 €/m <sup>2</sup>	12-14 €/m <sup>2</sup>	14-16 €/m <sup>2</sup>	16-18 €/m <sup>2</sup>	18-20 €/m <sup>2</sup>	20-22 €/m <sup>2</sup>	22-24 €/m <sup>2</sup>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

0-500 €/km	500-1'000 €/km	1'000-5'000 €/km	5'000-10'000 €/km	10'000-20'000 €/km	20'000-40'000 €/km	40'000-60'000 €/km	60'000-80'000 €/km	80'000-100'000 €/km	100'000-120'000 €/km	120'000-140'000 €/km	140'000-160'000 €/km	More than 160'000 €/km
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m<sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

0-2 €/m <sup>2</sup>	2-4 €/m <sup>2</sup>	4-6 €/m <sup>2</sup>	6-8 €/m <sup>2</sup>	8-10 €/m <sup>2</sup>	10-12 €/m <sup>2</sup>	12-14 €/m <sup>2</sup>	14-16 €/m <sup>2</sup>	16-18 €/m <sup>2</sup>	18-20 €/m <sup>2</sup>	20-22 €/m <sup>2</sup>	22-24 €/m <sup>2</sup>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

0-500 €/km	500-1.000 €/km	1.000-5.000 €/km	5.000-10.000 €/km	10.000-20.000 €/km	20.000-40.000 €/km	40.000-60.000 €/km	60.000-80.000 €/km	80.000- 100.000 €/km	100.000- 120.000 €/km	120.000- 140.000 €/km	140.000- 160.000 €/km	More than 160.000 €/km
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:
- Government budget, taxes for access to the roads for the companies that have subsidiaries near the road , etc.

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

Minister of Transport

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

There is no standard criteria. Manager decide the best way, and the manager is named by political decision

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [Yes]**

There are no any minimum requirements to be eligible to access the budget

For National company for highways and national roads, which is a state company, the budget is establish by government and the company manager.

Now we have a draft master plan and it will be approved in the next months.

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [No]**

Regulation title:

---



## SLOVENIA

### 1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway	2600 km	7 m
	Dual carriageway	400 km	14,5 m
Secondary/Rural roads	Single carriageway	17000 km	6,00 m
	Dual carriageway	1000 km	16,00 m

### 2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes]

If Yes, please specify the regulation currently in force:

There are many

### 3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]

If Yes, please specify which are these organizations or agencies.

DRSC (Slovenian road agency – state roads), DARS (Motorway network)

### 4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes] (currently only for DARS)

### 5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes]

### 6. What kind of data is collected?

Visual distress surveys

Roughness

Bearing capacity

Rutting (occasionally)

Cracking percentage (only as a part of visual distress survey)

Road profile

Deflection data (only for DRSC roads)

Skid Resistance

Other:

### 7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes]

If Yes, please what the indices are.

Ruth Depth

International Roughness Index (IRI)

Structural Strength Index (SSI)

Skid

Cracking severity

Pavement Condition Index (PCI)

Present Serviceability Index (PSI)

Other: MSI (modified Swiss index – visual survey based on % of cracking, potholes, rutting, patching)

### 8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes]

Specify which threshold values are currently used in your country:

There are tresholds values for skid resistance, MSI and deflections

### 9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes]

If Yes, please specify how:

As part of the PMS sistem

### 10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [No]

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

The yearly budgets are changing (i.e. being cut) rapidly due to direct financing from the state budget especially in the time of economic crisis)

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/m <sup>2</sup>																									
<input type="checkbox"/>	0-0.5 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.5-1 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-3 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	3-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-5 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	5-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-7 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	7-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-9 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	9-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-15 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 15 €/m <sup>2</sup>
✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in €/km																									
<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1'000 €/km	<input type="checkbox"/>	1'000-2'000 €/km	<input type="checkbox"/>	2'000-3'000 €/km	<input type="checkbox"/>	3'000-4'000 €/km	<input type="checkbox"/>	4'000-5'000 €/km	<input type="checkbox"/>	5'000-10'000 €/km	<input type="checkbox"/>	10'000-20'000 €/km	<input type="checkbox"/>	20'000-30'000 €/km	<input type="checkbox"/>	30'000-40'000 €/km	<input type="checkbox"/>	40'000-50'000 €/km	<input type="checkbox"/>	50'000-60'000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 60'000 €/km
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m <sup>2</sup> - REHABILITATION (*)																									
<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - REHABILITATION (*)																									
<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1'000 €/km	<input type="checkbox"/>	1'000-5'000 €/km	<input type="checkbox"/>	5'000-10'000 €/km	<input type="checkbox"/>	10'000-20'000 €/km	<input type="checkbox"/>	20'000-40'000 €/km	<input type="checkbox"/>	40'000-60'000 €/km	<input type="checkbox"/>	60'000-80'000 €/km	<input type="checkbox"/>	80'000-100'000 €/km	<input type="checkbox"/>	100'000-120'000 €/km	<input type="checkbox"/>	120'000-140'000 €/km	<input type="checkbox"/>	140'000-160'000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160'000 €/km
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m <sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (**)																									
<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - NEW CONSTRUCTIONS (**)																									
<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1'000 €/km	<input type="checkbox"/>	1'000-5'000 €/km	<input type="checkbox"/>	5'000-10'000 €/km	<input type="checkbox"/>	10'000-20'000 €/km	<input type="checkbox"/>	20'000-40'000 €/km	<input type="checkbox"/>	40'000-60'000 €/km	<input type="checkbox"/>	60'000-80'000 €/km	<input type="checkbox"/>	80'000-100'000 €/km	<input type="checkbox"/>	100'000-120'000 €/km	<input type="checkbox"/>	120'000-140'000 €/km	<input type="checkbox"/>	140'000-160'000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160'000 €/km
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/m <sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (***)																									

<input type="checkbox"/>	0-2 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2-4 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	4-6 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	6-8 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	8-10 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	10-12 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	12-14 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	14-16 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	16-18 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	18-20 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	20-22 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	22-24 €/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 24 €/m <sup>2</sup>
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in €/km - IMPROVEMENTS (***)																									
<input type="checkbox"/>	0-500 €/km	<input type="checkbox"/>	500-1.000 €/km	<input type="checkbox"/>	1.000-5.000 €/km	<input type="checkbox"/>	5.000-10.000 €/km	<input type="checkbox"/>	10.000-20.000 €/km	<input type="checkbox"/>	20.000-40.000 €/km	<input type="checkbox"/>	40.000-60.000 €/km	<input type="checkbox"/>	60.000-80.000 €/km	<input type="checkbox"/>	80.000-100.000 €/km	<input type="checkbox"/>	100.000-120.000 €/km	<input type="checkbox"/>	120.000-140.000 €/km	<input type="checkbox"/>	140.000-160.000 €/km	<input type="checkbox"/>	More than 160.000 €/km

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:

State budget (DRSC), road toll (DARS, but the profits from road toll are going into the state budget and funds for maintenance are currently very limited)

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

Ministry of finance, Ministry of infrastructure

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

The allocations is set based on past time experience and adjusted based on current needs (policies) and available founding

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [No]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [No]**

Regulation title:

## Risposte ricevute dei paesi extra-europei

### WASHINGTON (U.S.A.)

**1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?**

WSDOT is responsible for ~11,000 km of the 140,800 km within the state.

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway	-	-
	Dual carriageway	-	-
Secondary/Rural roads	Single carriageway	-	-
	Dual carriageway	-	-

**2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes]**

**If Yes, please specify the regulation currently in force:**

WSDOT is directed to manage roadways with respect to Lowest Life Cycle Cost as part of RCW 47.05.

**3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]**

**If Yes, please specify which are these organizations or agencies:**

The Washington State Department of Transportation manages state roads, other agencies manage city and county roads.

**4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes]**

**5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes]**

**6. What kind of data is collected?**

Visual distress surveys	<input checked="" type="checkbox"/>
Roughness	<input checked="" type="checkbox"/>
Bearing capacity	<input type="checkbox"/>
Rutting	<input checked="" type="checkbox"/>
Cracking percentage	<input checked="" type="checkbox"/>
Road profile	<input checked="" type="checkbox"/>
Deflection data	<input type="checkbox"/>
Skid Resistance	<input checked="" type="checkbox"/>
Other:	<input type="checkbox"/>

**7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes]**

**If Yes, please what the indices are:**

*Roughness, rutting and cracking are individually normalized on a 100 (very good) to 0 scale based on WSDOT standards.*

Rut Depth	<input checked="" type="checkbox"/>
International Roughness Index (IRI)	<input type="checkbox"/>
Structural Strength Index (SSI)	<input type="checkbox"/>
Skid	<input type="checkbox"/>
Cracking severity	<input type="checkbox"/>
Pavement Condition Index (PCI)	<input type="checkbox"/>

Present Serviceability Index (PSI)

Other: rutting and cracking are individually normalized on a 100 (very good) to 0 scale based on WSDOT standards.

**8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes]**

**Specify which threshold values are currently used in your country:**

This is referred to as the Due Year and generally refers to when a roadway needs resurfacing (flexible pavement) or grinding/dowel bar retrofit/reconstruction (jointed plain concrete pavement).

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes]**

**If Yes, please specify how:**

*The values are based on the achieving the Lowest Life Cycle Cost for a given section.*

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

WSDOT allocates money for roadway preservation separate from new construction. The total amount has been steadily decreasing from adequate levels around the year 2000. Currently it is much less than total preservation need.

Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/ft<sup>2</sup>

0-0.1 \$/ft <sup>2</sup>	0.1-0.2 \$/ft <sup>2</sup>	0.2-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.4 \$/ft <sup>2</sup>	0.4-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.7 \$/ft <sup>2</sup>	0.7-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-0.9 \$/ft <sup>2</sup>	0.9-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.2 \$/ft <sup>2</sup>	1.2-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-2.0 \$/ft <sup>2</sup>	More than 2.0 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/mi

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-4 400 \$/mi	4 400-6 600 \$/mi	6 600-9 000 \$/mi	9 000-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-66 000 \$/mi	66 000-88 000 \$/mi	88 000- 110 000 \$/mi	110 000- 132 000 \$/mi	More than 132 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - REHABILITATION (\*)

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-88 000 \$/mi	88 000- 132 000 \$/mi	132 000- 176 000 \$/mi	176 000- 220 000 \$/mi	220 000- 264 000 \$/mi	264 000- 308 000 \$/mi	308 000- 352 000 \$/mi	More than 352 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input checked="" type="checkbox"/> Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft <sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (**) 																									
<input type="checkbox"/>	0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - NEW CONSTRUCTIONS (**) 																									
<input type="checkbox"/>	0-1,100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1,100-2,200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2,200-11,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11,000-22,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22,000-44,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44,000-88,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88,000-132,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132,000-176,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176,000-220,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220,000-264,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264,000-308,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308,000-352,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352,000 \$/mi
<input checked="" type="checkbox"/> Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft <sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (***) 																									
<input type="checkbox"/>	0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - IMPROVEMENTS (***) 																									
<input type="checkbox"/>	0-1,100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1,100-2,200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2,200-11,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11,000-22,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22,000-44,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44,000-88,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88,000-132,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132,000-176,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176,000-220,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220,000-264,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264,000-308,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308,000-352,000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352,000 \$/mi

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other: the U.S. government

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

The WSDOT division called Capital Development and Program Management (CPDM) is responsible for allocating funding to the overall preservation budget. They are also responsible for allocation within the pavement preservation budget to individual activities, with assistance from the pavements/pavement management division.

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

Answer is outside the scope of Pavement Management.

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [Yes]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [Yes]**

Regulation title:

the GASB-34 modified approach.

## NEVADA (U.S.A.)

### 1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?

\* Data provided below includes both asphalt and PCCP roadways.

	Road classification	Total length *	Average width
Urban roads	Single carriageway	unfamiliar terminology	
	Dual carriageway	unfamiliar terminology	
	Interstate Routes	127.456 miles	12-13 foot
	US Routes	105.944 miles	10-12 foot
	State Routes	368.222 miles	10-12 foot
	Frontage Roads	49.138 miles	10-12 foot
	State Parks	0 miles	10-12 foot
	Access Roads	9.476 miles	10-12 foot
Secondary/Rural roads	Single carriageway	unfamiliar terminology	
	Dual carriageway	unfamiliar terminology	
	Interstate Routes	461.638 miles	12-13 foot
	US Routes	1723.979 miles	10-12 foot
	State Routes	2246.039 miles	10-12 foot
	Frontage Roads	223.846 miles	10-12 foot
	State Parks	55.276 miles	10-12 foot
	Access Roads	22.141 miles	10-13 foot

### 2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [No]

If Yes, please specify the regulation currently in force.

### 3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]

If Yes, please specify which are these organizations or agencies:

Each State has multiple agencies that are responsible for the maintenance and rehabilitation of certain roads that fall under their specific jurisdiction. In the state of Nevada, there is the Nevada Department of Transportation (NDOT), the Cities, the counties and other municipalities.

### 4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [Yes]

### 5. Are pavement conditions regularly measured? [Yes]

### 6. What kind of data is collected?

Visual distress surveys

Roughness

Bearing capacity

Rutting

Cracking percentage

Road profile

Deflection data

Skid Resistance

Other:

Faulting

### 7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes]

If Yes, please what the indices are.

Ruth Depth

International Roughness Index (IRI)



Structural Strength Index (SSI)

Skid

Cracking severity

Pavement Condition Index (PCI)

Present Serviceability Index (PSI)

Other:

**8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [Yes]**

**Specify which threshold values are currently used in your country:**

The state owned roadway network is divided into five prioritization categories (1-5) based on traffic volumes, financial consequence, highway classification and required frequency of rehabilitation. Category 1 roads, which accounts for the entire Interstate system, have the highest volume of traffic and will result in a greater financial consequence if not maintained at a high level of service as compared to roads in Category 5, which mainly consist of lower volume frontage roads. Roadways within each prioritization category are triggered in the Pavement Management System (PMS) for review and evaluation on a specific frequency of review cycle based on age.

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes]**

**If Yes, please specify how:**

Proactive prediction models for each road prioritization category were established based on historical information from the PMS. Statistical modeling techniques were then used to establish the flexible pavement service life between rehabilitation treatments for each prioritization category. Projects are prioritized based on the highest financial consequence and rehabilitation strategies are based on life-cycle cost instead of the initial construction cost.

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

The budget for road maintenance is directed and approved by the State Legislative System and varies from year to year based on the health of the economy.

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/ft<sup>2</sup>

0-0.1 \$/ft <sup>2</sup>	0.1-0.2 \$/ft <sup>2</sup>	0.2-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.4 \$/ft <sup>2</sup>	0.4-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.7 \$/ft <sup>2</sup>	0.7-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-0.9 \$/ft <sup>2</sup>	0.9-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.2 \$/ft <sup>2</sup>	1.2-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-2.0 \$/ft <sup>2</sup>	More than 2.0 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/mi

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-4 400 \$/mi	4 400-6 600 \$/mi	6 600-9 000 \$/mi	9 000-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-66 000 \$/mi	66 000-88 000 \$/mi	88 000- 110 000 \$/mi	110 000- 132 000 \$/mi	More than 132 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - REHABILITATION (**)															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-1' 100 \$/mi	1' 100-2' 200 \$/mi	2' 200-11' 000 \$/mi	11' 000-22' 000 \$/mi	22' 000-44' 000 \$/mi	44' 000-88' 000 \$/mi	88' 000-132' 000 \$/mi	132' 000-176' 000 \$/mi	176' 000-220' 000 \$/mi	220' 000-264' 000 \$/mi	264' 000-308' 000 \$/mi	308' 000-352' 000 \$/mi	More than 352' 000 \$/mi			
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft <sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (**)															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>			
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - NEW CONSTRUCTIONS (**)															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-1' 100 \$/mi	1' 100-2' 200 \$/mi	2' 200-11' 000 \$/mi	11' 000-22' 000 \$/mi	22' 000-44' 000 \$/mi	44' 000-88' 000 \$/mi	88' 000-132' 000 \$/mi	132' 000-176' 000 \$/mi	176' 000-220' 000 \$/mi	220' 000-264' 000 \$/mi	264' 000-308' 000 \$/mi	308' 000-352' 000 \$/mi	More than 352' 000 \$/mi			
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft <sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (***)															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>			
✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - IMPROVEMENTS (***)															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-1' 100 \$/mi	1' 100-2' 200 \$/mi	2' 200-11' 000 \$/mi	11' 000-22' 000 \$/mi	22' 000-44' 000 \$/mi	44' 000-88' 000 \$/mi	88' 000-132' 000 \$/mi	132' 000-176' 000 \$/mi	176' 000-220' 000 \$/mi	220' 000-264' 000 \$/mi	264' 000-308' 000 \$/mi	308' 000-352' 000 \$/mi	More than 352' 000 \$/mi			

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other:

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

The Nevada State Legislator, the Director of the NDOT and the Pavement Engineers in charge of prioritizing and planning the roadway projects.

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

Unpublished criteria are established by the Director of NDOT and funding limits are established for each of the different budget categories. Capacity projects receive the greater portion of the budget each year with pavement projects receiving the second greatest portion of the budget.

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [No]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [No]**

Regulation title:

---

## TEHERAN (IRAN)

### 1. How many Kilometers/Miles (please specify the unit of measure) of asphalt-surfaced road network (excluding motorways/highways/freeways) do you have in your Country?

	Road classification	Total length	Average width
Urban roads	Single carriageway	-	-
	Dual carriageway	-	-
Secondary/Rural roads	Single carriageway	-	-
	Dual carriageway	-	-

### 2. Are there any specific laws, standards, or guidelines about road maintenance in your Country? [Yes]

#### If Yes, please specify the regulation currently in force:

There are some guidelines approved by deputy of planning and strategic determination.

### 3. Do you have specific organizations or agencies in charge of maintaining roads? [Yes]

#### If Yes, please specify which are these organizations or agencies:

In urban roads municipalities are responsible locally. In inter-city roads Road Maintenance and Transport Organization is responsible for that.

### 4. Is Pavement Management System (PMS) used in your Country? [No]

### 5. Are pavement conditions regularly measured? [No]

### 6. What kind of data is collected? (Data is collected partially).

Visual distress surveys

Roughness

Bearing capacity

Rutting

Cracking percentage

Road profile

Deflection data

Skid Resistance

Other:

### 7. Are there any numerical indices used to identify and analytically quantify the pavement condition? [Yes/No]

#### If Yes, please what the indices are.

Ruth Depth

International Roughness Index (IRI)

Structural Strength Index (SSI)

Skid

Cracking severity

Pavement Condition Index (PCI)

Present Serviceability Index (PSI)

Other:

### 8. Is there any threshold value used to alert the pavement managers about the critical point in the pavement's life cycle? [No]

**Specify which threshold values are currently used in your country:**

(Roads are usually remained until pavement condition can be obviously measured as damaged pavement)

**9. Are these threshold values adopted to establish investment priorities and budget allocation? [Yes/No]**

If Yes, please specify how.

---



---



---

**10. Is there a well-defined budget for road maintenance? [Yes/No]**

(We would like to know if there is an established amount of money dedicated only to road maintenance, excluding all other road-related budgets, e.g.: construction of new roads)

(Road experts believe that the required budget is more than ten times of allocated budget).

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/ft<sup>2</sup>

0-0.1 \$/ft <sup>2</sup>	0.1-0.2 \$/ft <sup>2</sup>	0.2-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.4 \$/ft <sup>2</sup>	0.4-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.7 \$/ft <sup>2</sup>	0.7-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-0.9 \$/ft <sup>2</sup>	0.9-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.2 \$/ft <sup>2</sup>	1.2-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-2.0 \$/ft <sup>2</sup>	More than 2.0 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for ROUTINE MAINTENANCE in \$/mi

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-4 400 \$/mi	4 400-6 600 \$/mi	6 600-9 000 \$/mi	9 000-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-66 000 \$/mi	66 000-88 000 \$/mi	88 000- 110 000 \$/mi	110 000- 132 000 \$/mi	More than 132 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - REHABILITATION (\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - REHABILITATION (\*)

0-1 100 \$/mi	1 100-2 200 \$/mi	2 200-11 000 \$/mi	11 000-22 000 \$/mi	22 000-44 000 \$/mi	44 000-88 000 \$/mi	88 000- 132 000 \$/mi	132 000- 176 000 \$/mi	176 000- 220 000 \$/mi	220 000- 264 000 \$/mi	264 000- 308 000 \$/mi	308 000- 352 000 \$/mi	More than 352 000 \$/mi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi – NEW CONSTRUCTIONS (\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-1.100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1.100-2.200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2.200-11.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11.000-22.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22.000-44.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44.000-88.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88.000-132.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132.000-176.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176.000-220.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220.000-264.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264.000-308.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308.000-352.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352.000 \$/mi
--------------------------	------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/ft<sup>2</sup> - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-0.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.3-0.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.6-0.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0.8-1.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.1-1.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.3-1.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.6-1.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	1.8-2.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.1-2.3 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.3-2.6 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.6-2.8 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	2.8-3.1 \$/ft <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	More than 3.1 \$/ft <sup>2</sup>
--------------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------------------

✓ Specify what is the range for extraordinary maintenance in \$/mi - IMPROVEMENTS (\*\*\*)

<input type="checkbox"/>	0-1.100 \$/mi	<input type="checkbox"/>	1.100-2.200 \$/mi	<input type="checkbox"/>	2.200-11.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	11.000-22.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	22.000-44.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	44.000-88.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	88.000-132.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	132.000-176.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	176.000-220.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	220.000-264.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	264.000-308.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	308.000-352.000 \$/mi	<input type="checkbox"/>	More than 352.000 \$/mi
--------------------------	------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

**11. Specify the main sources through which funds for road maintenance are gathered.**

- Petrol taxes
- Purpose taxes
- Local taxation
- Contributions by private parties
- Vehicle registration and licensing fees
- Other: A part of maintenance budget is allocated by government globally.

**12. Who is responsible for allocating funds coming from the previous sources to maintenance activities?**

Road Maintenance and Transport Organization ([www.rmto.ir](http://www.rmto.ir))

**13. Which criteria are followed to allocate a given budget among the different components of the infrastructure system (e.g. traffic signs, road pavements, lighting, road safety barriers, etc.)?**

They are usually allocated in terms of management abilities, road surface condition, and the type of roads.

**14. Are there any minimum requirements to be eligible to access the budget? [No]**

**15. Are there any standards or regulations that specifically state these requirements? [No]**

Regulation title:

## **ALEGATO D: Dati RealCost**

### **Costi considerati**

LAVORI	Costi Unitari	Unità di misura
Usura	10,3	€/m2
Bunder	10,89	€/m2
Base	15,89	€/m2
Fondazione	19,6	€/m3
Overlay	5	€/m2

### **Costi Totale di ogni attività**

Per effettuare la conversione di euro a dollari si ha considerato la seguente relazione:  
1€ = 1,37\$

Costi attività	In €	In \$
Costruzione	5289480	7192105,96
Ricostruzione	4798080	6523949,38
Overlay	630000	856611
Fresatura + Usura	1297800	1764618,66
Fresatura + Usura + Bunder	2669940	3630317,42

### **Attrezzature: Produttività**

Fresa Modello Wirtgen W220					
	cm totali fresati	Produttività teorica [m/min]	Efficienza	Produttività pratica [m/min]	Produttività pratica [m/ora]
Usura	3	33,5	0,8	26,8	1608
Binder	10	19	0,8	15,2	912
Base	20	8	0,8	6,4	384

Asfaltatrici/Finitrici Modello Dynapac SD2500W		
Rendimento teorico [ton/h]	Efficienza	Rendimento Pratico [ton/h]
700	0,8	560

Rullo Modello CAT CB54 XW				
velocità [m/ora]	Efficienza	Larghezza del rullo	Sovrapposizione	Larghezza effettiva
5000,0	0,8	2	0,3	1,7

Stabilizzatrice Modello Wirtgen WR240				
Produttività teorica [m2/giorno]	Ore lavoro giorno	Produttività teorica[m2/h]	Efficienza	Produttività reale [m2/h]
5000	10	500	0,8	400,00

## Attività

### Prima ricostruzione

Prima Ricostruzione	
Area di lavoro	
larghezza [m]	10,5
lunghezza [m]	6000
area cantieri [m2]	63000

Finitrici	[m3]	Tonellate
Volume Usura	1890	4573,8
Volume Binder	4410	10584
Volume Base	6300	14805
Volume Overlay	1890	4573,8

Rullo	numero di passaggi	Produttività reale [m2/h]
Usura	5	1700
Binder	5	1700
Base	10	850
Fondazione	10	850
Numero di rulli in cantieri	2	

Fase di lavoro	Ore impiegate
estensione usura	8,1
compatazione usura	18,5
estensione binder	18,9
compatazione binder	18,5
estensione base	26,45
compatazione base	37,05
Stabilizzatrice	157,5
compatazione fondazione	37,06

Totale ore impegnate (con un 10% di errore): 255 ore.

Giorni di lavori (si lavora 12 ore al giorno): 21.5 giorni.



## Ricostruzione

Ricostruzione	
Area di lavoro	
larghezza [m]	10,5
lunghezza [m]	6000
area cantieri [m2]	63000

<b>Finitrici</b>	[m3]	Tonellate
Volume Usura	1890	4573,8
Volume Binder	4410	10584
Volume Base	6300	14805
Volume Overlay	1890	4573,8

<b>Rullo</b>	numero di passaggi	Produttività reale [m2/h]
Usura	5	1700
Binder	5	1700
Base	10	850
Numero di rulli in cantieri	2	

Fase di lavoro	Ore impiegate
estensione usura	8,16
compatazione usura	18,52
estensione binder	18,9
compatazione binder	18,52
estensione base	26,4
compatazione base	37,05
fresatura fino alla fondazione	15,6

Totale ore impegnate (con un 10% di errore): 99 ore.  
Giorni di lavori (si lavora 12 ore al giorno): 8.5 giorni.

### Rifacimento dello strato di usura e binder

Fresatura+Usura+Binder	
Area di lavoro	
larghezza [m]	10,5
lunghezza [m]	6000
area cantieri [m2]	63000

<b>Finitrici</b>	[m3]	Tonellate
Volume Usura	1890	4573,8
Volume Binder	4410	10584

<b>Rullo</b>	numero di passaggi	Produttività reale [m2/h]
Usura	5	1700
Binder	5	1700
Numero di rulli in cantieri	1	

Fase di lavoro	Ore impiegate
fresatura fino alla base	6,6
estensione usura	8,16
compatazione usura	37,06
estensione binder	18,9
compatazione binder	37,06

Totale ore impegnate (con un 10% di errore):89 ore.  
Giorni di lavori (si lavora 12 ore al giorno): 7.5 giorni.

## Rifacimento dello strato di usura

Fresatura+Usura	
Area di lavoro	
larghezza [m]	10,5
lunghezza [m]	6000
area cantieri [m2]	63000

<b>Finitrici</b>	[m3]	Tonellate
Volume Usura	1890	4573,8

<b>Rullo</b>	numero di passaggi	Produttività reale [m2/h]
Usura	5	1700
Numero di rulli in cantieri	1	

Fase di lavoro	Ore impiegate
fresatura fino al binder	3,7
estensione usura	8,1
compatazione usura	37,05

Totale ore impegnate (con un 10% di errore):45 ore.

Giorni di lavori (si lavora 12 ore al giorno): 4 giorni.

## Overlay

Overlay	
area di lavoro	
larghezza [m]	10,5
lunghezza [m]	6000
area cantieri [m2]	63000

<b>Finitrici</b>	[m3]	Tonellate
Volume Overlay	1890	4573,8

<b>Rullo</b>	numero di passaggi	Produttività reale [m2/h]
Overlay	5	1700
Numero di rulli in cantieri	1	

Fase di lavoro	Ore impiegate
Estensione overlay	8,17
Computazione overlay	37,058

Totale ore impegnate (con un 10% di errore):41 ore.  
Giorni di lavori (si lavora 12 ore al giorno): 3.5 giorni.

## **ALEGATO E: Risultati RealCost**

Expenditure Stream												
Year	Alternative 1: Ricostruzione		Alternative 2: Fresatura+Usura+Binder		Alternative 3: Fresatura+Usura		Alternative 4: Overlay		Alternative 5: Mix 1		Alternative 6: Mix 2	
	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)	Agency Cost (\$1000)	User Cost (\$1000)
2014	\$7.192,10	\$282,36	\$7.192,10	\$282,36	\$7.192,10	\$282,36	\$7.192,10	\$282,36	\$7.192,10	\$282,36	\$7.192,10	\$282,36
2020												
2022					\$1.768,73	\$59,18			\$856,61	\$51,78		
2024							\$856,61	\$52,46			\$856,61	\$52,46
2025												
2029	\$6.380,04	\$127,41	\$3.744,02	\$119,92	\$1.768,73	\$59,96						
2030												
2034									\$3.644,02	\$119,92	\$1.768,73	\$59,96
2035												
2037							\$6.380,04	\$127,41				
2038												
2039			\$3.744,02	\$119,92	\$6.380,04	\$127,41					\$6.380,04	\$127,41
2040												
2044									\$6.380,04	\$127,41		
2045												
2049	\$6.380,04	\$127,41	\$6.380,04	\$127,41	\$1.768,73	\$59,96	\$856,61	\$52,46				
2050												
2055												
2059					\$1.768,73	\$59,96	\$6.380,04	\$127,41			\$856,61	\$52,46
2060												
2064	(\$2.552,02)	(\$50,97)	(\$2.552,02)	(\$50,97)	(\$505,35)	(\$17,13)	(\$5.104,03)	(\$101,93)			(\$321,23)	(\$19,67)

