XIII Convegno - Manutenzione aeroporti e asset managment
Mercoledì 14 Dicembre 2016
Hotel Hilton Rome Airport - Via Arturo Ferrarin 2 - 00054 Fiumicino

Il PMS negli aeroporti dell'Aeronautica Militare

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Paola Di Mascio

AERONAUTICA MILITARE
COMANDO LOGISTICO
Servizio Infrastrutture

Alberto De Rubeis

Convenzione

Sapienza - Università di Roma e Aeronautica Militare 2° Reparto Genio A.M.

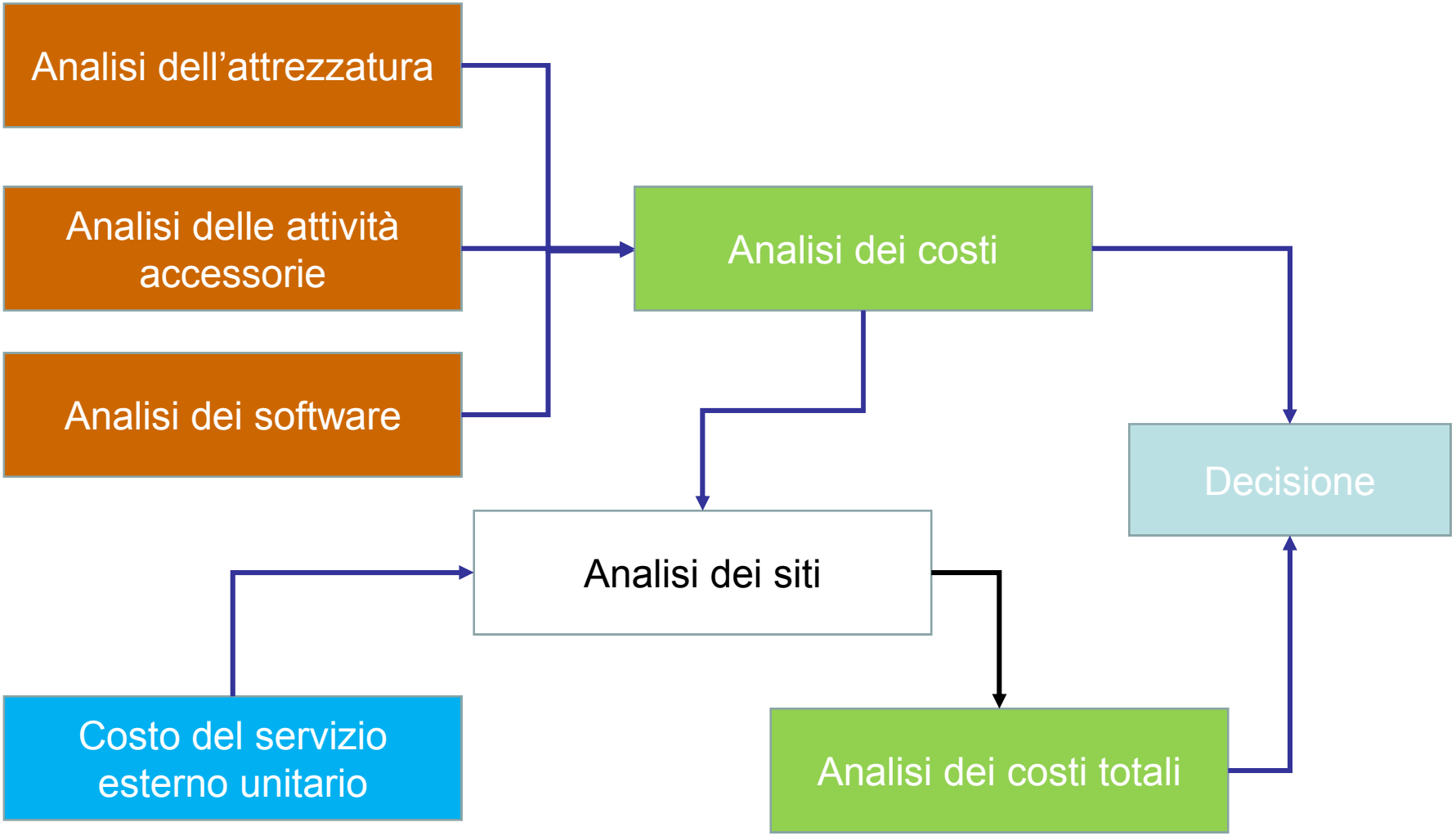
Definizione dei metodi ad alto rendimento per la verifica dello stato delle pavimentazioni aeroportuali

I - Metodi di rilievo e analisi della portanza

II - Metodi di rilievo e analisi dell'aderenza

III - Metodi di rilievo e analisi della regolarità superficiale

IV - Metodi di rilievo e analisi dei degradi superficiali


Analisi dell'attrezzatura
Analisi delle attività accessorie
Analisi dei software
Analisi dei costi
Decisione
Analisi dei siti
Costo del servizio esterno unitario
Analisi dei costi totali

I - Metodi di rilievo e analisi della portanza

	Apparecchiatura	Vantaggi	Svantaggi
PROVE STATICHE	**Carico su piastra** (peso 5 t)	Individuazione delle zone di scarsa portanza Procedura veloce per ogni singola misura Esperienza di lungo tempo	Carico statico e puntuale Simulazione del traffico non reale
PROVE STATICHE	**Trave Benklmann** (peso: 10 t)	Semplicità esecutiva Basso costo dell'apparecchiatura Esperienza di lungo tempo	Carico statico e puntuale Simulazione del traffico non reale Procedura lenta Basso rendimento delle misure Disturbo alla circolazione
PROVE STATICHE	**Dephlectograph** (peso: 5-13 t)	Misure automatizzate Misure effettuate in movimento, quasi in continuo	Carico statico e puntuale Simulazione del traffico non reale Disturbo alla circolazione Costo elevato Medio/basso rendimento delle misure Modeste velocità di avanzamento
PROVE DINAMICHE A CARICO VIBRANTE	**Dynaflect** (peso: 1-2 t)	Misura del bacino di deflessione Leggerezza Maneggevolezza Basso costo dell'apparecchiatura Manutenzione limitata	Valori limitati della forza di picco
PROVE DINAMICHE A CARICO VIBRANTE	**Road Rater** (peso: 3.5 t)	Sistema rapido di acquisizione dati	Valori limitati della forza di picco
PROVE DINAMICHE A CARICO VIBRANTE	WES 16 kip vibrator (peso: 13 t)	Valori elevati della forza di picco	Interpretazione laboriosa delle misure
PROVE DINAMICHE A CARICO IMPULSIVO	**FWD** Dynatest FWD Phoenix FWD (peso: 1-12 t)	Simulazione del traffico reale Elevato valore del carico dinamico Misura del bacino di deflessione Procedura veloce ed automatizzata Facile trasporto Alto rendimento delle misure	Costo medio/alto
PROVE DINAMICHE A CARICO IMPULSIVO	**Kuab FWD (peso: 1-15 t)**	In aggiunta ai vantaggi del FWD Doppia massa battente e piastra segmentata per maggiore uniformità della distribuzione del carico	Costo medio/alto
PROVE DINAMICHE A CARICO IMPULSIVO	**HWD** (peso max: 27 t)	In aggiunta ai vantaggi del FWD Carichi dinamici simili a quelli trasmessi dai wide body	Costo medio/alto
PROVE DINAMICHE A CARICO IMPULSIVO	**SWD** (peso max: 30 t)	Come HWD	Costo alto

La soluzione migliore dal punto di vista tecnico per la valutazione della **portanza** in ambito aeroportuale sia l'utilizzo di un'apparecchiatura di tipo **Heavy Weight Deflectometer (HWD).**

COSTI DI ACQUISTO DELLE APPARECCHIATURE:

Apparecchiatura	Costo della macchina (€)	Costo del training (€)	Software (€)
HWD	165'000	6500	13000
LWD	23'000	1935	1200
SWD	320'000		
Deflectograph	1'200'000		

Operazioni complementari nella valutazione della **capacità portante**

- MISURA DEGLI SPESSORI DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE

  Ground Penetrating Radar

  Il sistema a 2 antenne che è il minimo per un rilievo di qualità, ha un costo di circa 50'000 €

- MISURA DELLA TEMPERATURA

  Carotaggi e termometri all'interno della pavimentazione.

  Registrazione delle temperature in superficie per un periodo di 5 giorni da cui calcolare, mediante modelli teorici od empirici, la temperatura alle varie profondità (ASTM D 4695)

Heavy Weight Deflectometer (HWD).

COSTI DEL RILIEVO

30÷45 €/battuta +
0.25÷0.35 €/m (georadar)

HWD

Bacino di deflessione

COSTI DEL SERVIZIO

Dati aeroporto

Pista di volo 3.000 m x 45 m

Pista di rullaggio 3.000 m x 23 m

N° 4 Raccordi da 200 m x 23 m

Piazzale di sosta in cls; 20.000 m^2

19'000÷30'000 € (5 allineamenti)
+ **8'000÷12'000** € rilievo spessori con georadar

APPARECCHIATURE DI RILIEVO DELL'ADERENZA

- *Carrelli trainati*
  Skiddometer, Mu-meter, grip-tester, RUNAR

- *Veicoli equipaggiati*
  Runway Friction Tester, Surface Friction Tester.

Il **rilievo dell'aderenza** è eseguito direttamente dal **gestore**. La presenza di un veicolo di misura è necessaria per una tempestiva misurazione dei valori di **aderenza** ogni volta che le condizioni di contaminazione della pista possono evolvere in situazioni critiche. Per questo motivo le società di servizio non sono attrezzate per il rilievo dell'aderenza.

L'apparecchiatura dell'Aeronautica Militare **Skoda Airport Surface Friction Tester (ASFT)** è tecnicamente valida.

Non si ravvede la necessità di un nuovo acquisto.

APPARECCHIATURE DI RILIEVO DEI PROFILI

Tipologia strumento	Classe LTPP	Esempi	Classifica ASTM 950 (per assimilazione ove non attinente)	Diffusione campo aeroportuale	Costo (€)
Riferimento geometrico	1	Dipstick	Classe 2 (1 vert.)	Bassa	10000
		ARRB Walking Profilometer SurPRO 3500	Classe 1	Alta	30000 - 40000
		Profilografo			
Inerziali	2	Barra profilometrica	Classe 1-2	Media	40000 - 50000
Risposta veicolo	3	BPR- Roughometer III	n.a.	Media	1000- 15000

Tutte le strumentazioni attualmente in commercio sono idonee alla valutazione della regolarità delle pavimentazioni aeroportuali.

I sistemi a riferimento geometrico sono i più lenti.

Quelli che utilizzano la risposta del veicolo sono ormai superati in campo aeroportuale

(BPR) Roughometer

Barra profilometrica

COSTI DEL SERVIZIO DEL RILIEVO DEI PROFILI

Dati aeroporto

Pista di volo 3.000 m x 45 m

Pista di rullaggio 3.000 m x 23 m

N° 4 Raccordi da 200 m x 23 m

Piazzale di sosta in cls; 20.000 m^2

14.000 €

Test di regolarità long/trasv (IRI e ormaie) con veicolo ad alto rendimento:

- 9 linee di misura sulle 2 piste (RWY+TWY);
- 7 linee di misura sui raccordi

METODI DI RILIEVO DEGLI AMMALORAMENTI SUPERFICIALI DELLE PAVIMENTAZIONI

- **Rilievo a piedi** (“walking”), camminando cioè sulla pavimentazione
- Osservazione della pavimentazione da un **veicolo in marcia** (“windshield”)
- **Rilievo automatizzato** (veicoli ad alto rendimento)

Veicolo ARAN

Veicolo MFV Dynatest

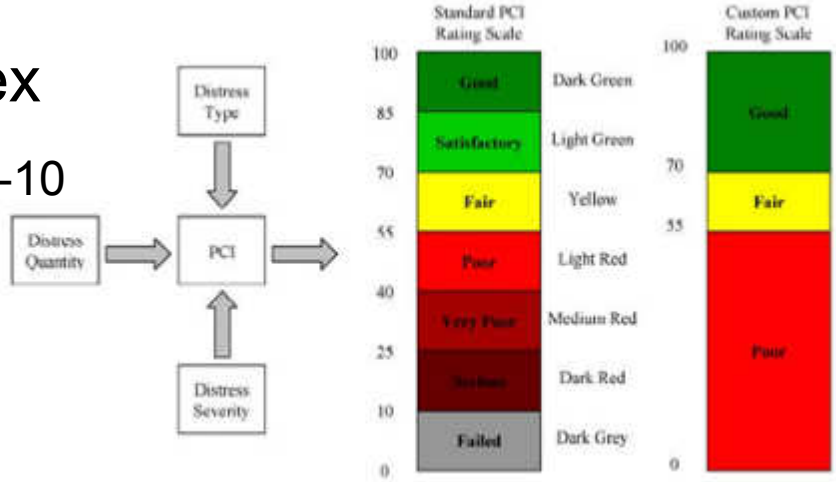
Sistema LCMS Pavemetrics

Veicolo Ramboll RST
Sistema Abhara Systems
Veicolo PAVUE System
Sistema CREHOS
Sistema ADE RODECO

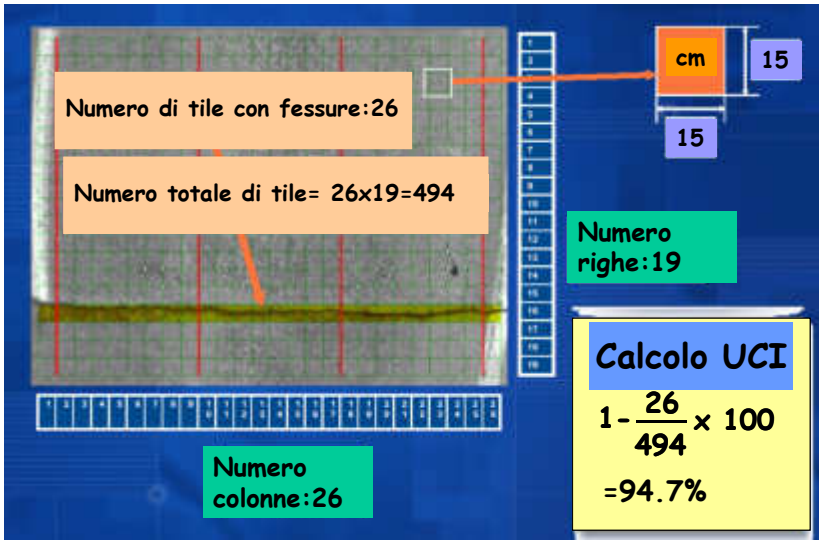
INDICI DI STATO DELLE PAVIMENTAZIONI

- **PCI** -Pavement Condition Index

  Definito dalla citata norma ASTM D5340-10



- **UCI** -Unified Cracking Index



CONFRONTO MODALITA' DI RILIEVO

Rilievo manuale		Rilievo automatico
-	Sicurezza operatore	+
=	Specializzazione	=
+	Disagi utenti	-
+	Tempo	-
+	Capacità di riconoscimento ammaloramenti	-
-	Ripetibilità	+
+	Soggettività dell'operatore	-
-	Costi del rilievo	+
-	Costi della strumentazione	+

RILIEVO AUTOMATIZZATO

COSTI DI ACQUISTO DELLE APPARECCHIATURE: DA **300'000** A **800'000** €

COSTI DEL RILIEVO: **2000 ÷ 2500 € /km** (larghezza di ripresa = 3.75m)

+ costi di spostamento del veicolo **3000 €÷ 7000 €** su distanze medio-lunghe.

COSTI DEL SERVIZIO

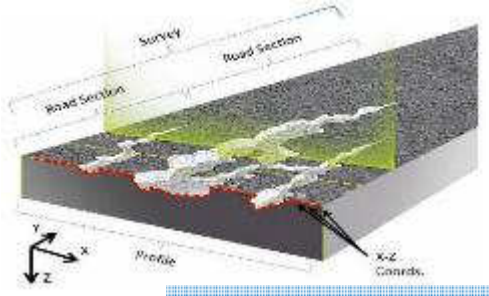
Dati aeroporto

Pista di volo 3.000 m x 45 m

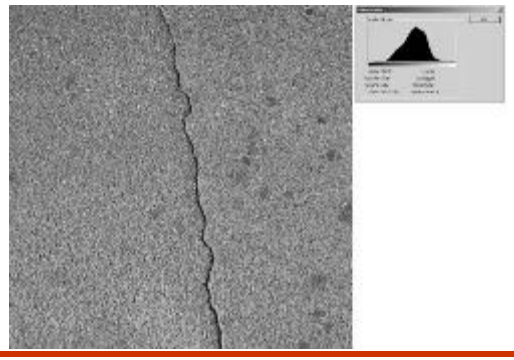
Pista di rullaggio 3.000 m x 23 m

N° 4 Raccordi da 200 m x 23 m

Piazzale di sosta in cls; 20.000 m^2



124'000 ÷ 155'000 €,
+ costi di trasporto veicolo



RILIEVO NON AUTOMATIZZATO

COSTI DEL RILIEVO: **500 € / ettaro**.

COSTI DEL SERVIZIO

Dati aeroporto

Pista di volo 3.000 m x 45 m

Pista di rullaggio 3.000 m x 23 m

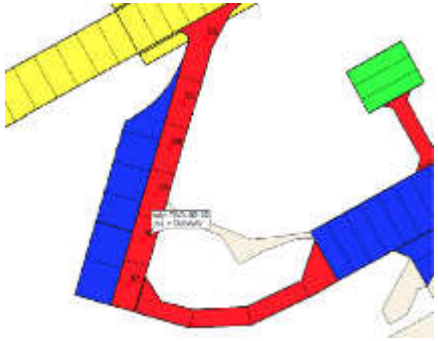
N° 4 Raccordi da 200 m x 23 m

Piazzale di sosta in cls; 20.000 m^2

12'120 €

COSTI DEL SOFTWARE DI CALCOLO DEGLI INDICATORI DI STATO:

2000 € (MicroPAVER®)



CONCLUSIONI

- La convenienza all'acquisto di **attrezzature ad alto rendimento** è stata valutata in funzione del **budget** disponibile annualmente per il rilievo, delle **caratteristiche e dall'organizzazione degli aeroporti** da rilevare e della **periodicità** delle misure.

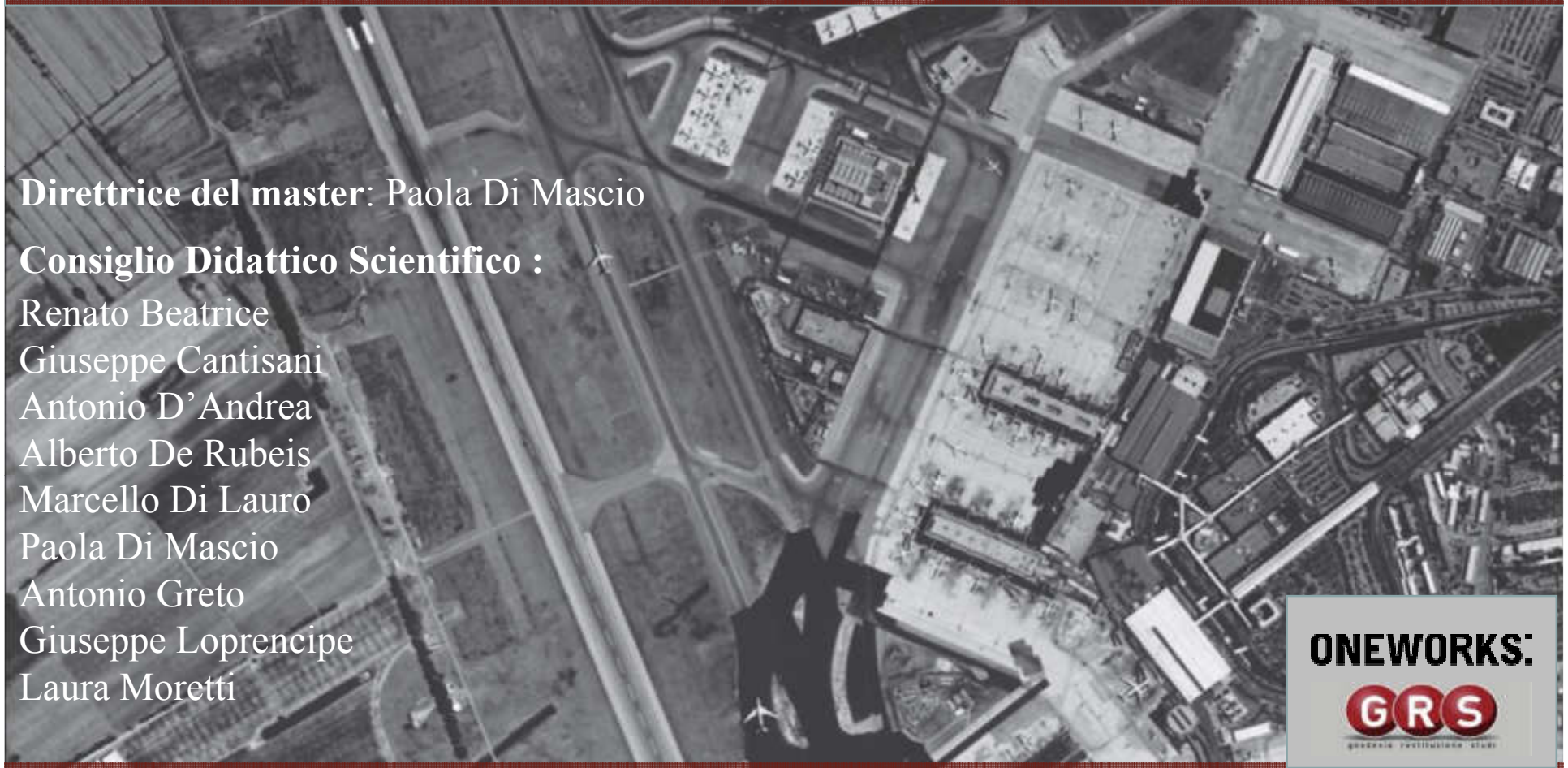
- Necessità di **formazione del personale interno.**

Osservatorio sulle Attività di Manutenzione degli Aeroporti

Associazione Italiana Manutenzione A.I.MAN.

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Master universitario di II livello
Costruzione e gestione delle infrastrutture aeroportuali



Direttrice del master: Paola Di Mascio

Consiglio Didattico Scientifico :

Renato Beatrice
Giuseppe Cantisani
Antonio D'Andrea
Alberto De Rubeis
Marcello Di Lauro
Paola Di Mascio
Antonio Greto
Giuseppe Loprencipe
Laura Moretti

ONEWORKS: GRS

web.uniroma1.it/master_cga

e-mail: mastercga@uniroma1.it

I MODULI DIDATTICI

1. **L'AEROPORTO NEL SISTEMA DI TRASPORTO** *CFU 2*
2. **I VELIVOLI** *CFU 1*
3. **L'INFRASTRUTTURA AEROPORTUALE** *CFU 9*
4. **LE PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI** *CFU 9*
5. **LO SPAZIO AEREO** *CFU 1*
6. **GLI IMPIANTI AEROPORTUALI** *CFU 12*
7. **L'IMPATTO AMBIENTALE** *CFU 2*
8. **GLI EDIFICI** *CFU 10*
9. **LA GESTIONE DEGLI APPALTI PUBBLICI** *CFU 4*

I PARTECIPANTI

15 studenti laureati in ingegneria civile

- Lavoratori : 8
- Aeronautica militare: 5

Sono stati attivati **7** stage per gli studenti non lavoratori presso studi e società di progettazione di strutture, infrastrutture e impianti aeroportuali

EDIZIONE A.A. 2016-2017

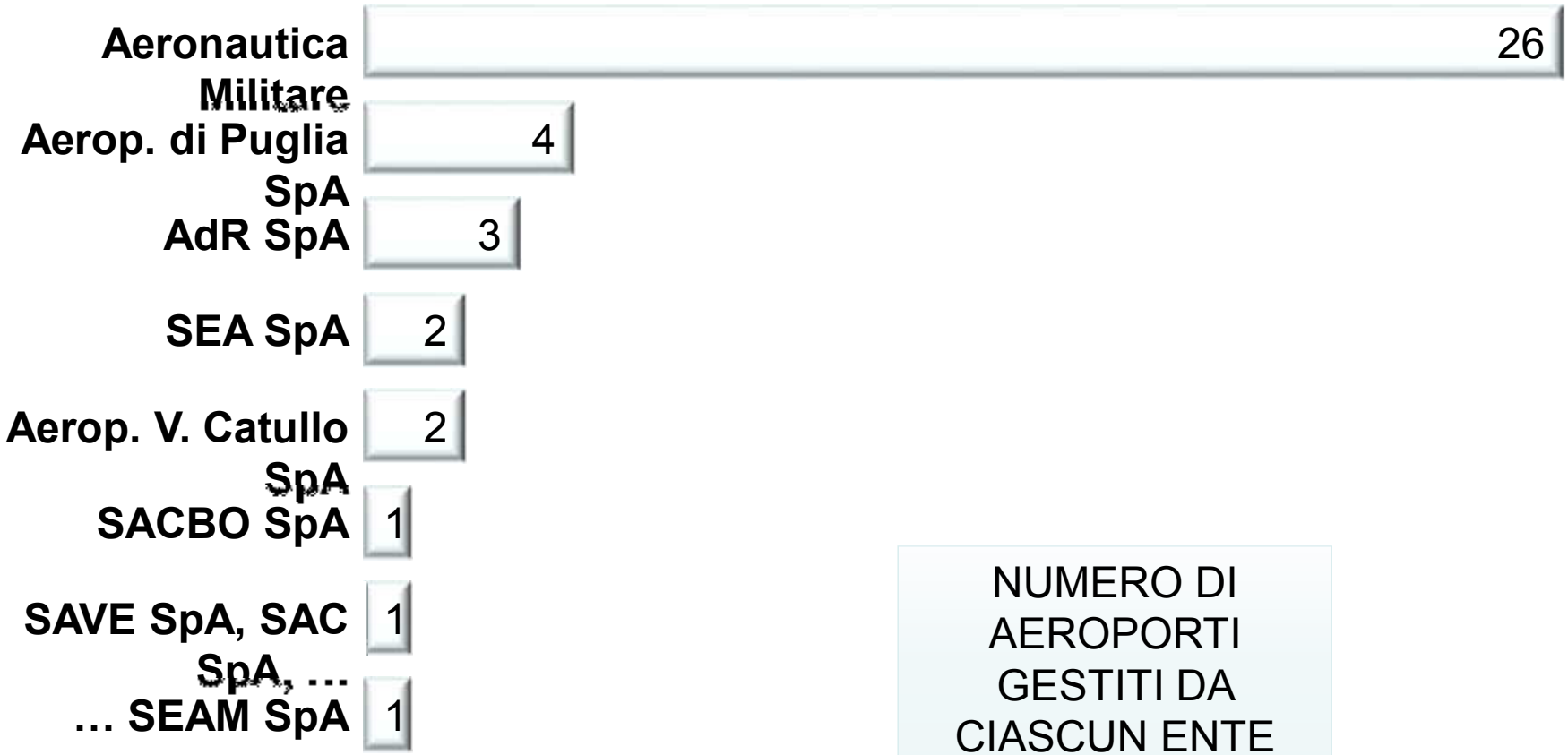
Bando https://web.uniroma1.it/master_cga/

http://www.uniroma1.it/didattica/offerta-formativa/master/elenco-dei-corsi-2016-2017

Scadenza **10 gennaio 2017**

Esame di ammissione **13 gennaio 2017**

Inizio didattica **23 gennaio 2017**



NUMERO DI AEROPORTI GESTITI DA CIASCUN ENTE

QUADRO NORMATIVO

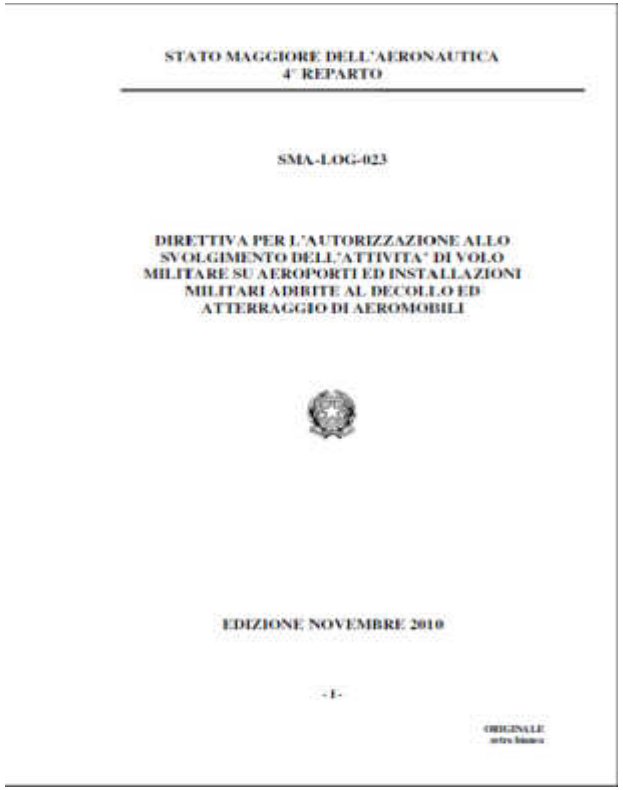
ENAC

REGOLAMENTO PER LA COSTRUZIONE

E

L'ESERCIZIO DEGLI AEROPORTI

Edizione 2 del 21 ottobre 2003



STATO MAGGIORE DELL'AERONAUTICA
4° REPARTO

SMA-LOG-023

DIRETTIVA PER L'AUTORIZZAZIONE ALLO SVOLGIMENTO DELL'ATTIVITA' DI VOLO MILITARE SU AEROPORTI ED INSTALLAZIONI MILITARI ADIBITE AL DECOLLO ED ATTERRAGGIO DI AEROMOBILI

EDIZIONE NOVEMBRE 2010

- I -

ORIGINALE

Hwd + georadar

Surface friction tester

macrorugosimetro

inclinometro

SA-48

ASPETTI OPERATIVI

DA NOV 2015 A LUGLIO 2016 ***12*** AEROPORTI (TUTTI GLI INDICI)

ASSICURATA LA CONTINUITA' OPERATIVA DELLA BASE:

ATTIVITA' DI VOLO
ININTERROTTA

- VERIFICATA AVIOTRASPORTABILITA' MEZZI –

Consultants
Airports/DOT
Universities
Cities/Counties
Iceland
Finland
Sweden
Norway
Russia
Poland
Ukraine
Kazakhstan
Mongolia
France
Spain
Turkey
Iraq
Iran
Afghanistan
Pakistan
China
South Korea
Japan
India
Thailand
Algeria
Libya
Egypt
Saudi Arabia
Mali
Niger
Chad
Sudan
Nigeria
Ethiopia
Kenya
DR Congo
Tanzania
Angola
Namibia
Botswana
Madagascar
South Africa
Indonesia
Papua New Guinea
Australia
New Zealand
Mexico
Venezuela
Colombia
Brazil
Peru
Bolivia
Chile
Argentina
North Atlantic Ocean
South Atlantic Ocean
Indian Ocean
PAVER 7
Pavement Management System

PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI RIGIDE

MANUALE DI IDENTIFICAZIONE DEI DEGRADI

Sviluppato da

US ARMY CORPS OF ENGINEERS
ERDC-CERL

Ad esclusivo uso interno dell' A.M.

PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI FLESSIBILI

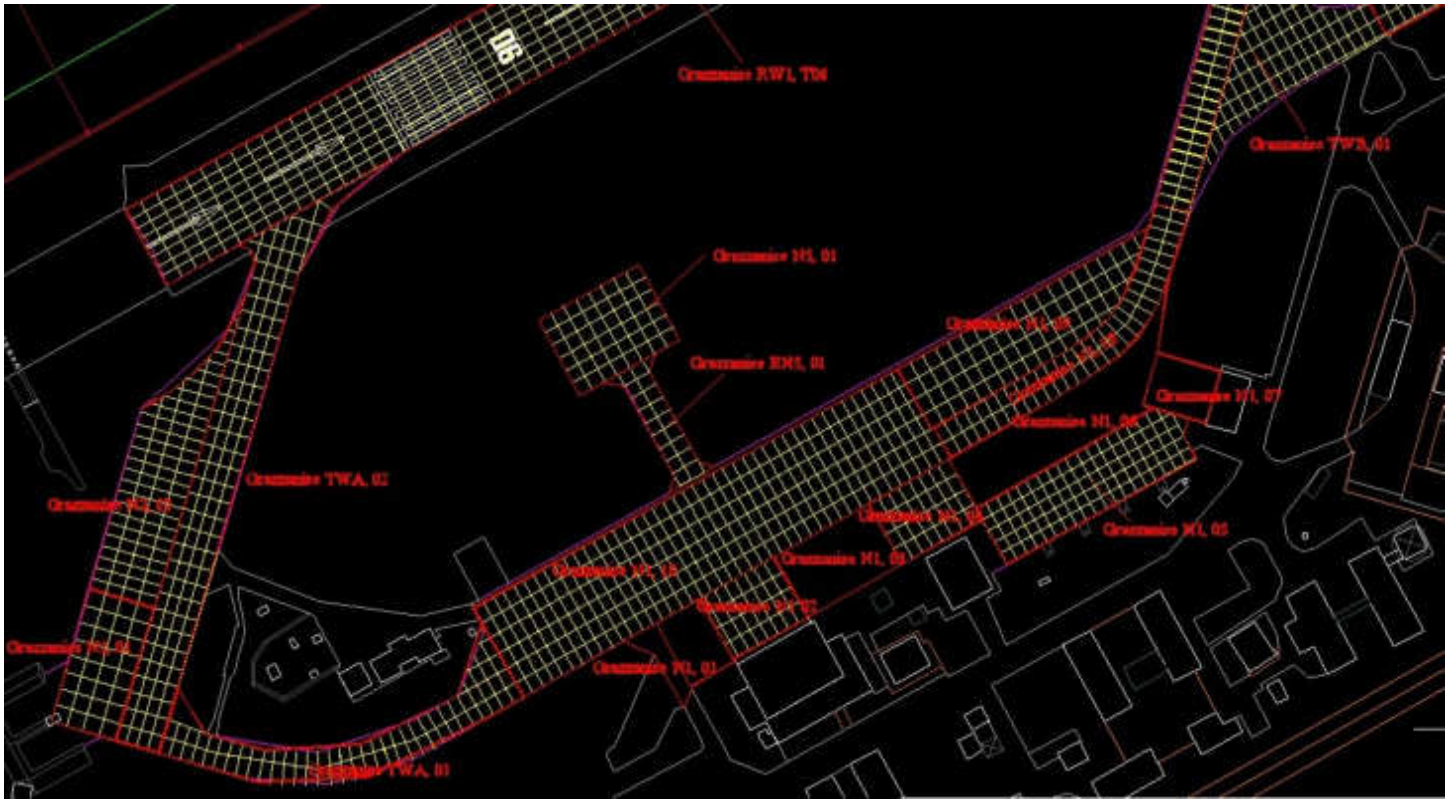
MANUALE DI IDENTIFICAZIONE DEI DEGRADI

Sviluppato da

US ARMY CORPS OF ENGINEERS
ERDC-CERL

Ad esclusivo uso interno dell' A.M.

RILIEVO DEI DEGRADI



DEGRADI PAVIMENTAZIONI

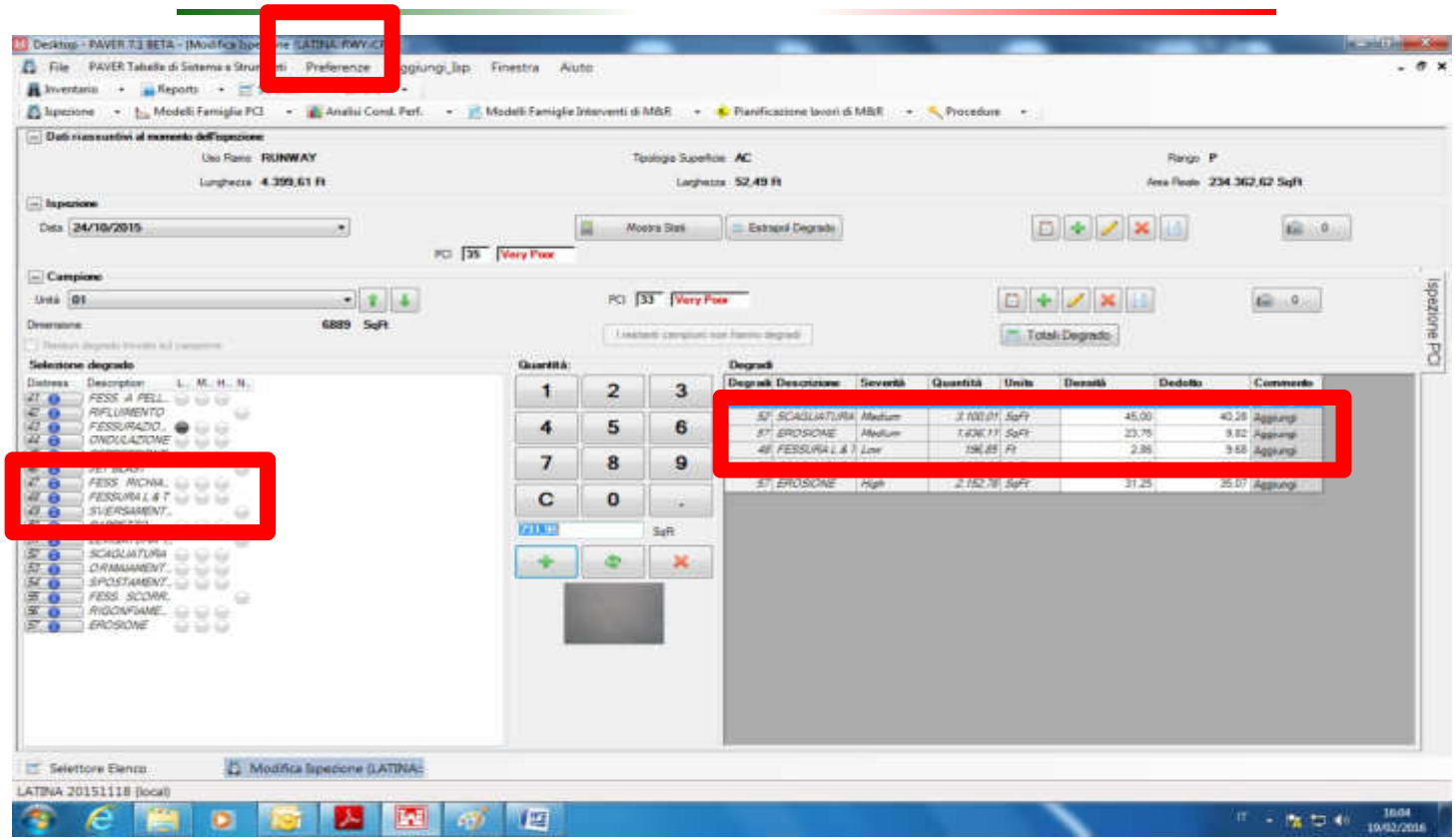
AMMALORAMENTI PAVIMENTAZIONI RIGIDE

Fessurazioni	Fessurazione d'angolo	Corner Break
	Lastre frantumate	Shattered Slab/Intersecting Cracks
	Fessurazione per problemi di durabilità	Durability ("D") Cracking
	Fessur. long., trasv. e diagonale	Cracks; Longit., Transverse, and Diagonal
	Fessure di ritiro	Shrinkage Cracks
Instabilità del piano di posa	Cedimento dei giunti e delle fessure	Settlement or Faulting
	Pompaggio	Pumping
Difetti dei giunti	Degrado della sigillatura del giunto	Joint Seal Damage
	Proiezione verso l'alto	Blowup
	Slabbrature dei giunti	Spalling (Longitudinal and Transverse Joint)
	Slabbrature degli angoli	Spalling (Corner)
Difetti superficiali	Pop-outs	Popouts
	Scagliatura della superficie	Scaling, Map Cracking, Crazing
Altro		Patching, Small
	Rappezzi	Patching, Large and Utility Cuts
	Reazione alcali silice	Alkali Silica Reaction (ASR)

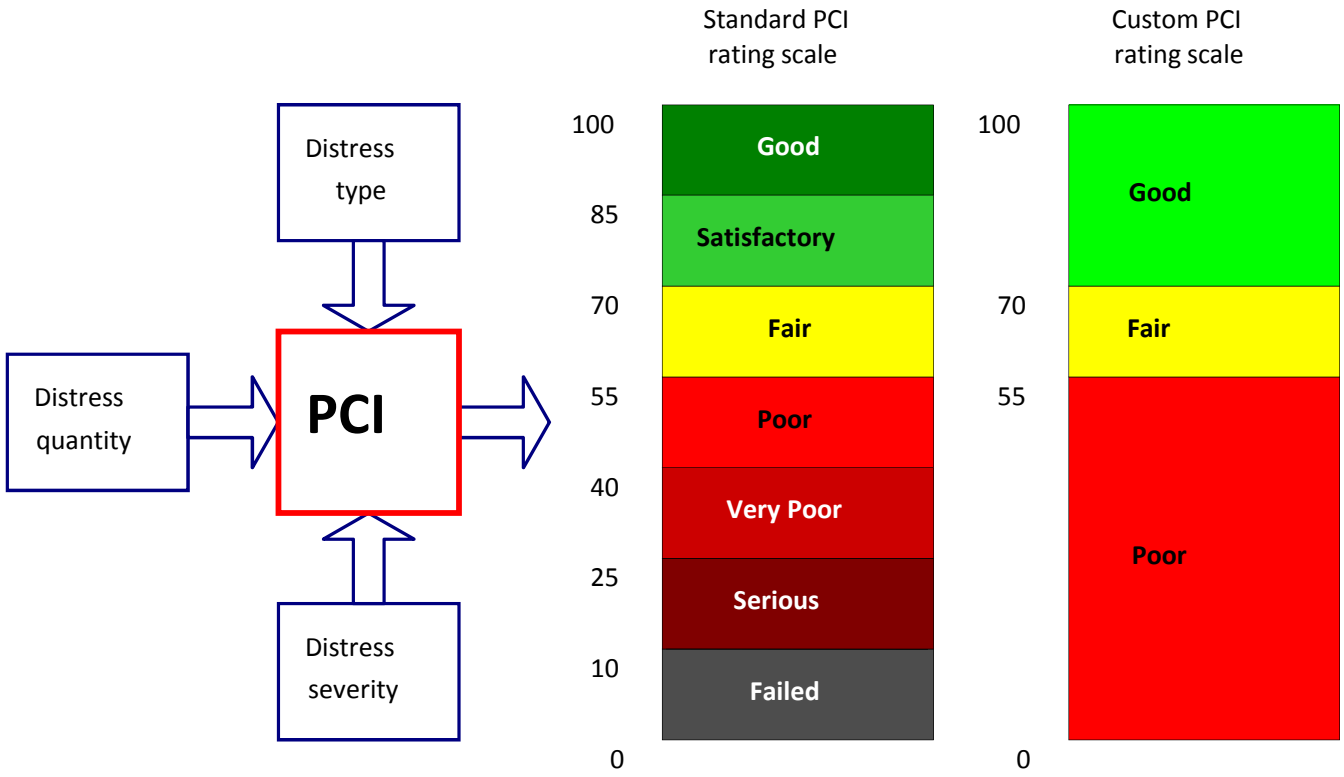
DEGRADI PAVIMENTAZIONI

AMMALORAMENTI PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI		
Fessurazioni	Fessurazione a ragnatela	Alligator Cracking
	Fessurazione a blocchi	Block Cracking
	Fessurazione da scorrimento	Slippage Cracking
	Fessurazione longitudinale e trasversale	Longitudinal and Transverse Cracking
	Fessure di richiamo	Joint Reflection Cracking
Deformazioni plasto-viscose	Ormaie	Rutting
	Ondulazioni	Corrugation
	Depressioni	Depression
	Rigonfiamenti	Swell
	Spostamento del manto per spinta orizzont.	Shoving
Difetti superficiali	Levigatura degli inerti	Polished Aggregate
	Scagliatura della superficie	Weathering
	Perdita di aggregato grosso	Raveling
	Essudazione di bitume	Bleeding
Altro	Rappezzi	Patching and Utility Cut Patching
	Erosione da getto motori	Jet-Blast Erosion
	Perdite di olio	Oil Spillage

ISPEZIONI


Preferenze
Finestra
Aiuto
Inventario
Reports
Ispezione
Modelli Famiglie PCI
Analisi Cons. Perf.
Modelli Famiglie Interventi di M&R
Pianificazione lavori di M&R
Procedure
Dati riassuntivi al momento dell'ispezione
Uso Pavim. RUNWAY
Tipologia Superficie AC
Rango P
Lunghezza 4.399,61 ft
Larghezza 52,49 ft
Area Reale 234.362,62 SqFt
Ispezione
Data 24/10/2015
Mostra Stati
Estrapol Degrado
PCI 35 Very Poor
Campione
Unità 01
PCI 53 Very Poor
Dimensione 6889 SqFt
Totali Degrado
Ispezione PCI
Selezione degrado
Distress Description
FESS. A PELL.
RIFLUIMENTO
FESSURAZIO.
ONDULAZIONE
FESS. RICINA.
FESSURA L & T
SVERSAMENT.
SCAGLIATURA
DRAINAMENT.
SPOSTAMENT.
FESS. SCORR.
RIGONFIAME.
EROSIONE
Quantità
1 2 3
4 5 6
7 8 9
C 0 .
SqFt
Degradi
Degradi Descrizione Severità Quantità Unità Densità Dedotto Commento
52 SCAGLIATURA Medium 2.100,01 SqFt 45,00 40,28 Aggiungi
57 EROSIONE Medium 1.406,11 SqFt 23,75 9,82 Aggiungi
48 FESSURA L & T Low 196,85 Ft 2,86 9,68 Aggiungi
57 EROSIONE High 2.152,78 SqFt 31,25 35,07 Aggiungi
Selettore Elenco
Modifica Ispezione (LATINA)
LATINA 20151118 (local)

PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM



Plan Length	Backlog elimination	Rank	Surface Type	Plan Start Date	Stopgap	Preventive	Major	Total
1	1	P	CLB	06-17-2016	€0,00	€43.710,21	€1.777.536,27	€1.821.246,48
		P	CLS	06-17-2016	€0,00	€5.902,25	€13.678,08	€19.580,33
1	1	S	CLB	06-17-2016	€0,00	€11.627,52	€1.244.987,49	€1.256.615,01
		S	CLS	06-17-2016	€0,00	€1.909,96	€1.487.918,09	€1.489.828,04
								€4.587.269,86

Plan Length	Backlog elimination	Rank	Surface Type	Plan Start Date	Stopgap	Preventive	Major	Total
3	3	P	CLB	06-17-2016	€9.092,81	€43.710,21	€930.396,11	€983.199,12
		P	CLS	06-17-2016	€0,00	€5.902,25	€13.678,08	€19.580,33
		P	CLB	06-17-2017	€0,00	€50.176,74	€978.055,66	€1.028.232,40
		P	CLS	06-17-2017	€0,00	€6.486,17	€0,00	€6.486,17
		P	CLB	06-17-2018	€0,00	€58.706,07	€0,00	€58.706,07
		P	CLS	06-17-2018	€0,00	€7.229,76	€0,00	€7.229,76
								€2.103.433,85
3	3	S	CLB	06-17-2016	€93.415,62	€11.627,52	€464.857,35	€569.900,49
		S	CLS	06-17-2016	€102.460,58	€1.909,96	€505.586,45	€609.956,99
		S	CLB	06-17-2017	€93.477,23	€13.964,20	€264.087,16	€371.528,59
		S	CLS	06-17-2017	€92.843,89	€2.220,04	€479.535,41	€574.599,34
		S	CLB	06-17-2018	€0,00	€15.672,81	€555.630,29	€571.303,10
		S	CLS	06-17-2018	€0,00	€2.521,91	€557.281,09	€559.803,00
								€3.257.091,50
								€5.360.525,36

Plan Length	Backlog elimination	Rank	Surface Type	Plan Start Date	Stopgap	Preventive	Major	Total
5	5	P	CLB	06-17-2016	€9.092,81	€43.710,21	€930.396,11	€983.199,12
		P	CLS	06-17-2016	€0,00	€5.902,25	€13.678,08	€19.580,33
		P	CLB	06-17-2017	€0,00	€50.176,74	€978.055,66	€1.028.232,40
		P	CLS	06-17-2017	€0,00	€6.486,17	€0,00	€6.486,17
		P	CLB	06-17-2018	€0,00	€58.706,07	€0,00	€58.706,07
		P	CLS	06-17-2018	€0,00	€7.229,76	€0,00	€7.229,76
		P	CLB	06-17-2019	€0,00	€62.224,76	€0,00	€62.224,76
		P	CLS	06-17-2019	€0,00	€8.239,59	€0,00	€8.239,59
		P	CLB	06-17-2020	€0,00	€65.908,57	€0,00	€65.908,57
		P	CLS	06-17-2020	€0,00	€9.316,15	€0,00	€9.316,15
								€2.249.122,93
5	5	S	CLB	06-17-2016	€93.415,62	€11.627,52	€464.857,35	€569.900,49
		S	CLS	06-17-2016	€108.324,54	€1.909,96	€326.983,98	€437.218,47
		S	CLB	06-17-2017	€93.477,23	€13.964,20	€264.087,16	€371.528,59
		S	CLS	06-17-2017	€107.867,67	€2.184,73	€303.860,92	€413.913,32
		S	CLB	06-17-2018	€0,00	€15.672,81	€555.630,29	€571.303,10
		S	CLS	06-17-2018	€48.069,85	€2.461,19	€184.876,68	€235.407,71
		S	CLB	06-17-2019	€0,00	€18.292,80	€0,00	€18.292,80
		S	CLS	06-17-2019	€17.368,90	€2.739,86	€385.650,61	€405.759,37
		S	CLB	06-17-2020	€0,00	€19.569,46	€0,00	€19.569,46
		S	CLS	06-17-2020	€0,00	€3.102,25	€446.376,12	€449.478,37
								€5.741.494,61