



Provincia Regionale di Catania



Unione Europea



DICA Università degli Studi di Catania

PROJECT TREN-03-ST-S07.31286

Identification of Hazard Location and Ranking of
Measures to Improve Safety on Local Rural Roads



Identificazione e Adeguamento delle Strade Pericolose

29 sett. 2006 – Le Ciminiere, Catania

**Il Ruolo delle Istituzioni nella Sicurezza Stradale
Il Progetto I.A.S.P. della Provincia Regionale di Catania**

IL RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE STRADALE

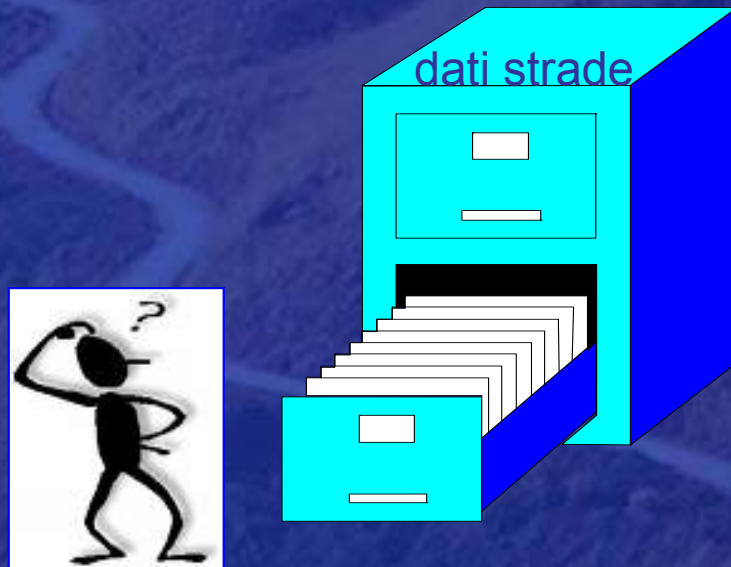
Alessandro Di Graziano

Università degli Studi di Catania

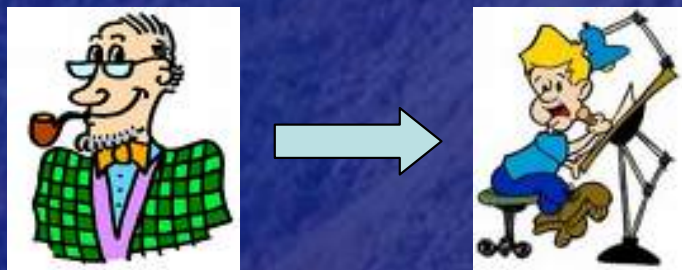
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale



assenza di archivi referenziati



memoria storica



base "quantitativa" per il dialogo

**ARCHIVIO NAZIONALE
DELLE STRADE**



SISTEMI INFORMATIVI

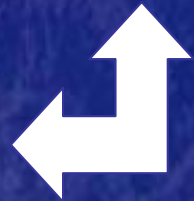
- Traffico
- Sicurezza
- Manutenzione
- Dati finanziari
- Monitoraggio ambientale
- Opere d'arte

**CATASTO
DELLE STRADE
(D.M. 01/06/2001)**



Catasto delle strade

Elemento stradale



“entità lineare delimitata da due giunzioni,
individuata da un insieme ordinato di punti”
caratterizzata da una serie di attributi
(classificazione, ente proprietario, lunghezza, etc.)



Asse stradale



Georeferenziazione delle
informazioni sulla strada



An aerial photograph of a rural landscape with a patchwork of agricultural fields. A yellow line is drawn over the image, tracing a winding path that represents a road or road axis. The path starts in the bottom left, curves upwards and to the right, and then continues towards the top right. The text 'Elemento stradale' is positioned in the upper right area of the image.

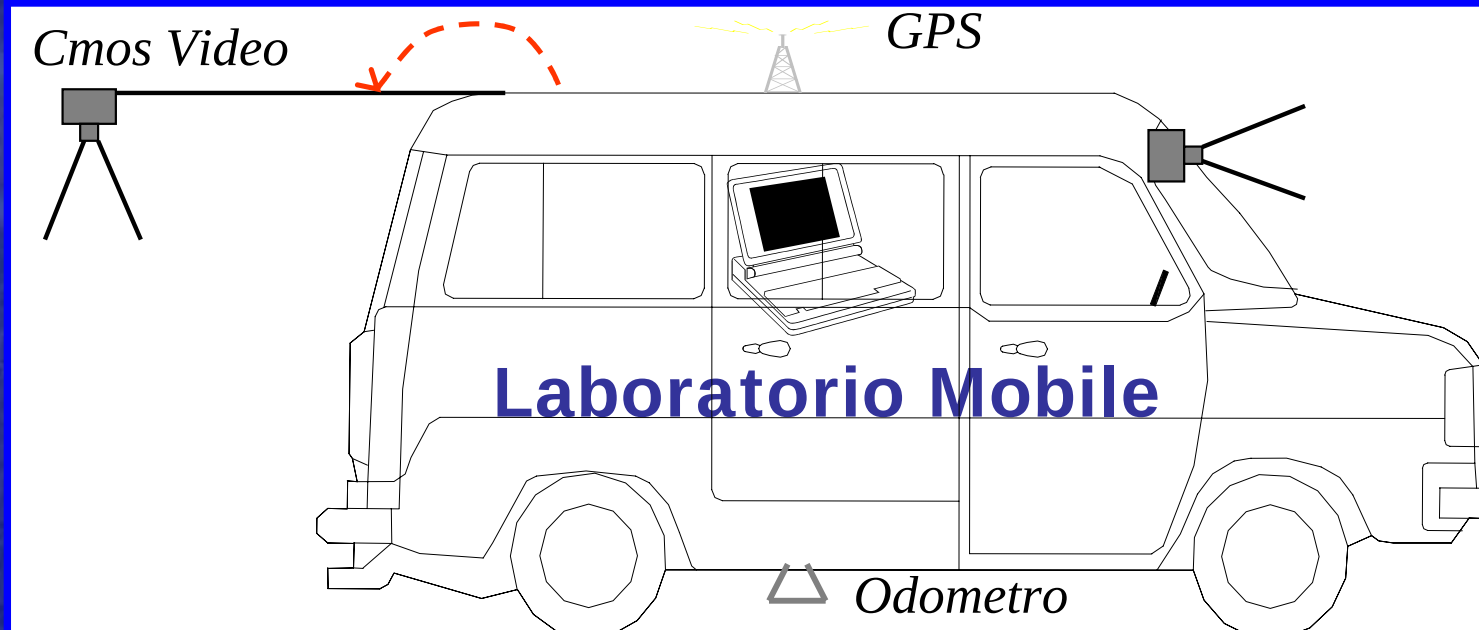
Elemento stradale

Identificazione georeferenziata dell'asse stradale



Ricostruzione della geometria

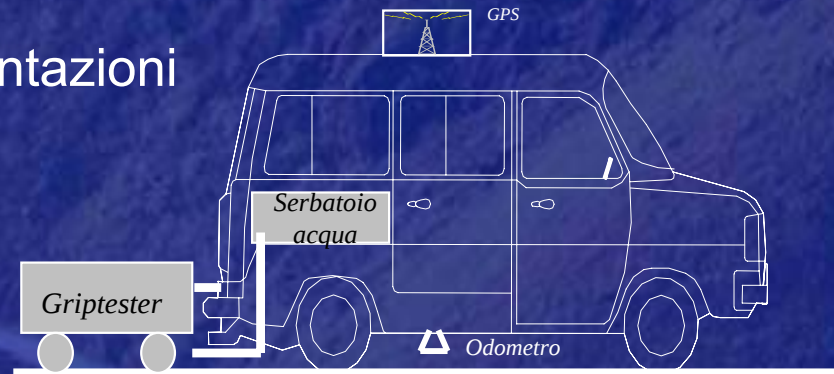
Laboratorio mobile del DICA



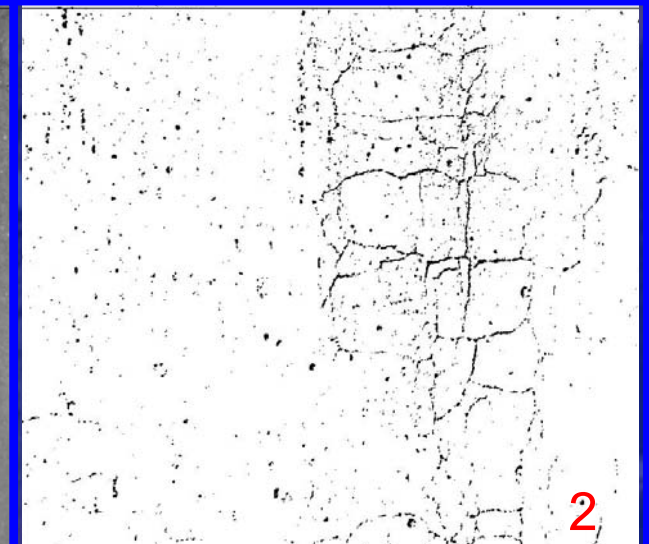
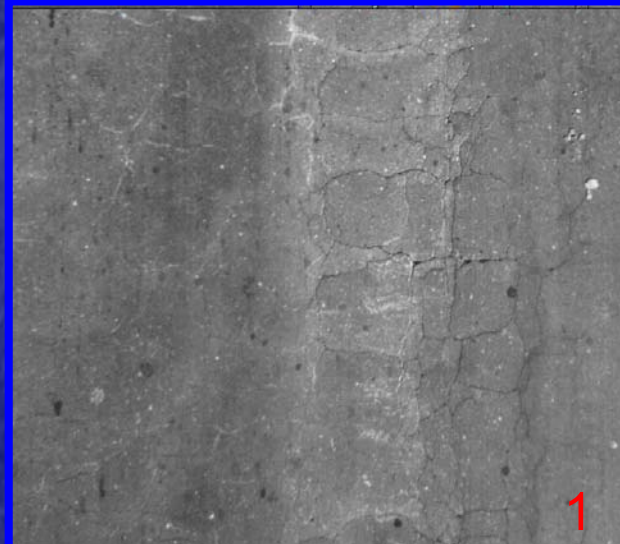
Laboratorio mobile del DICA

collaudo e validazione delle misure per il catasto delle strade

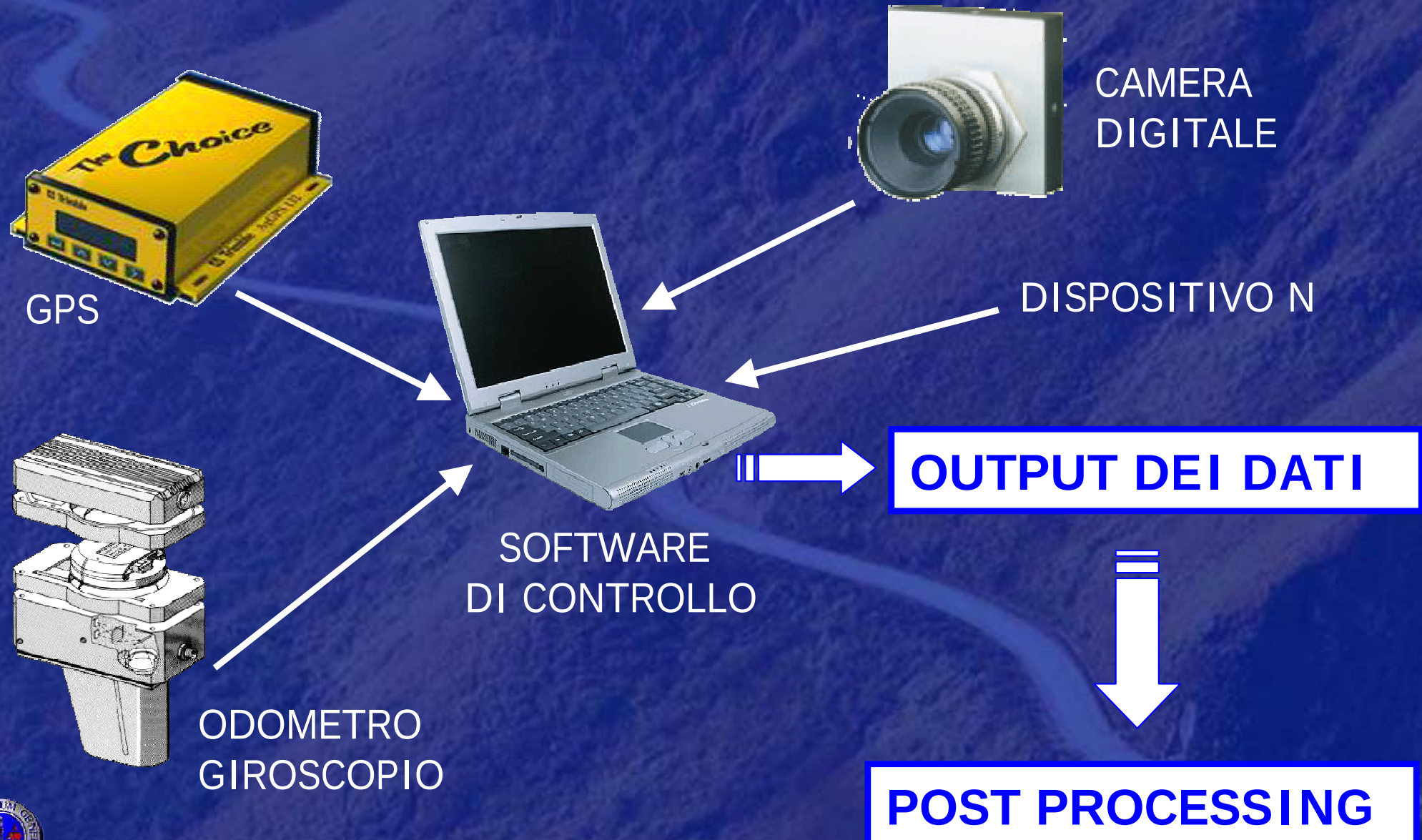
misure di aderenza delle pavimentazioni



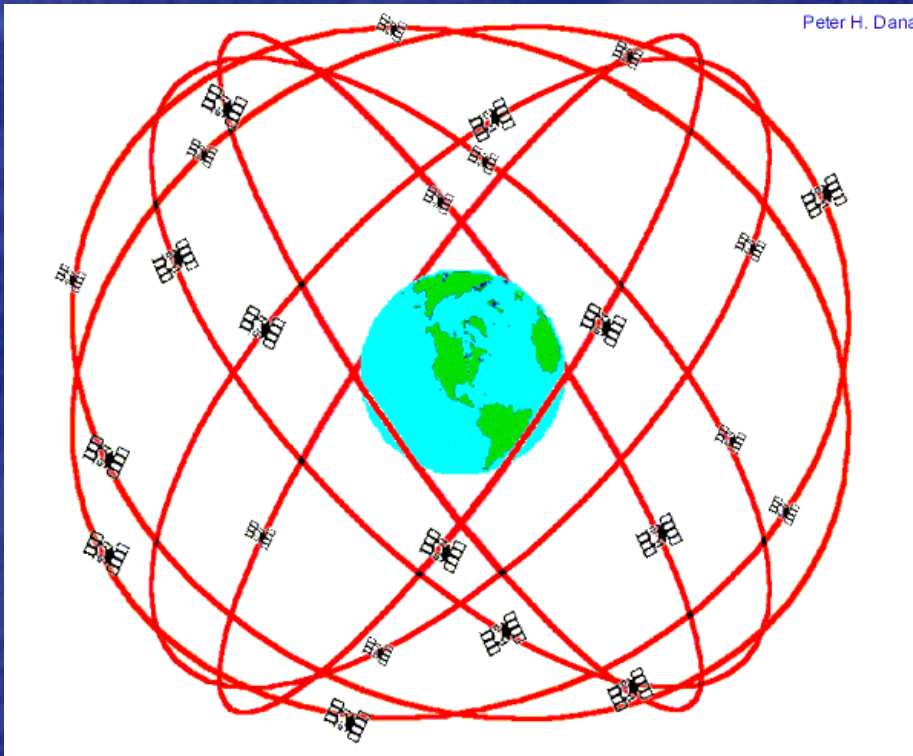
misure del degrado superficiale delle pavimentazioni



Sistema di acquisizione dati



GPS: Global Positioning System



Il GPS è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare concepito per assolvere due funzioni principali:

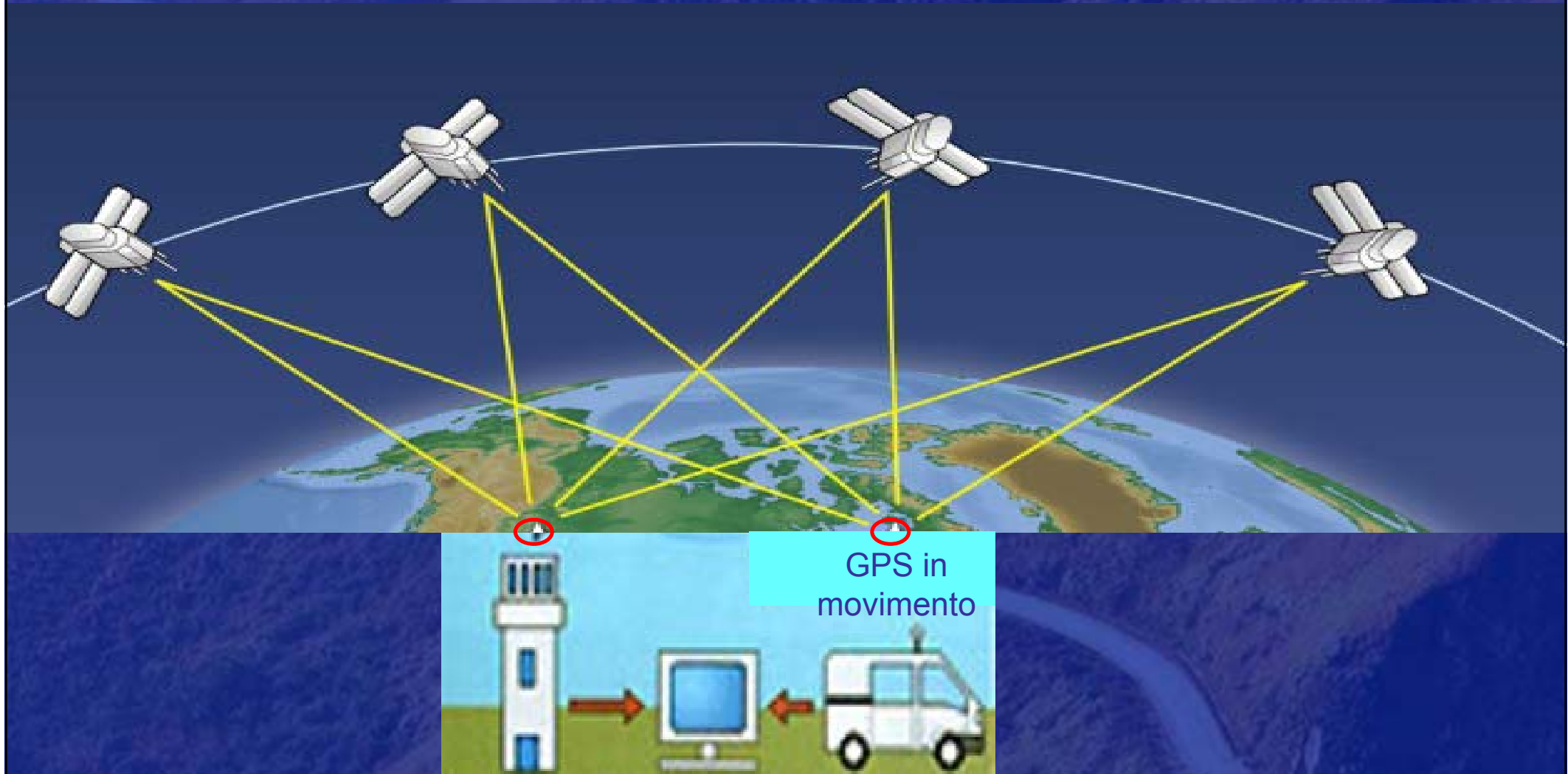
- 1) **determinare le coordinate geografiche di un generico punto della superficie terrestre**, rispetto a un sistema di riferimento geocentrico (ellissoide WGS84), in un qualsiasi istante;
- 2) distribuire su scala mondiale il Tempo Universale Coordinato (UTC).

Il sistema, gestito dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, si basa sulla **ricezione e decodifica di segnali emessi da una costellazione di satelliti artificiali in orbita intorno alla Terra** (NAVSTAR-NAVigation Satellite Time And Ranging). Nato per esigenze di carattere militare e strategico, il sistema è oggi accessibile a costo zero anche agli utenti civili che siano in possesso di adeguati ricevitori.

- sistema mondiale basato su 24 satelliti
- rilievo differenziale (base + rover)
- precisione centimetrica ($\pm 2 \text{ cm} \pm 1 \text{ ppm}$)



GPS: Global Positioning System



Stazione di base
in posizione nota Elaborazione
dati in sede



Alessandro Di Graziano

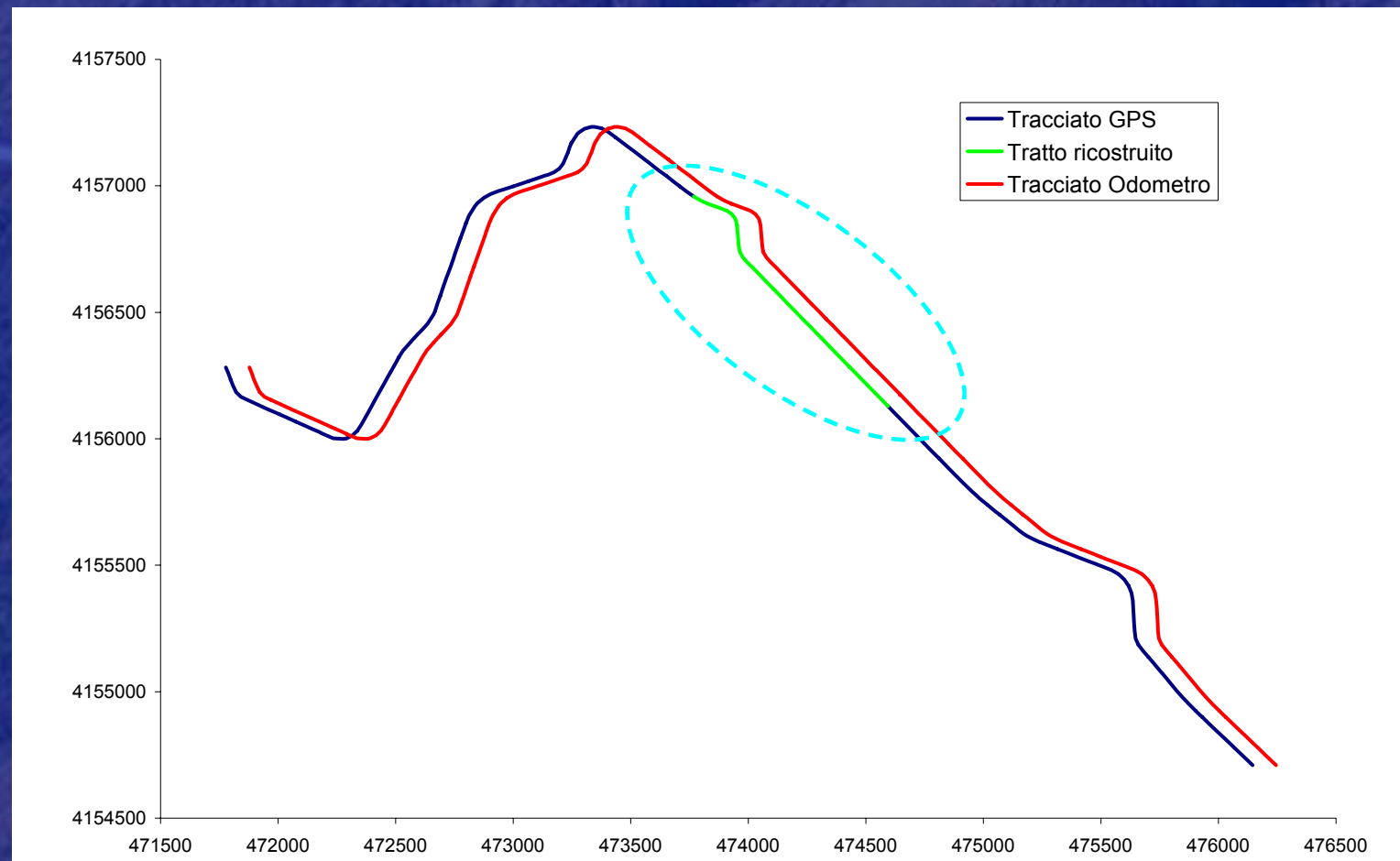
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Catania

GPS – odometro

Problema: presenza di ostacoli alla ricezione del segnale (alberi, gallerie,..)



Soluzione: integrazione con misure provenienti da odometro ottico e giroscopio inerziale





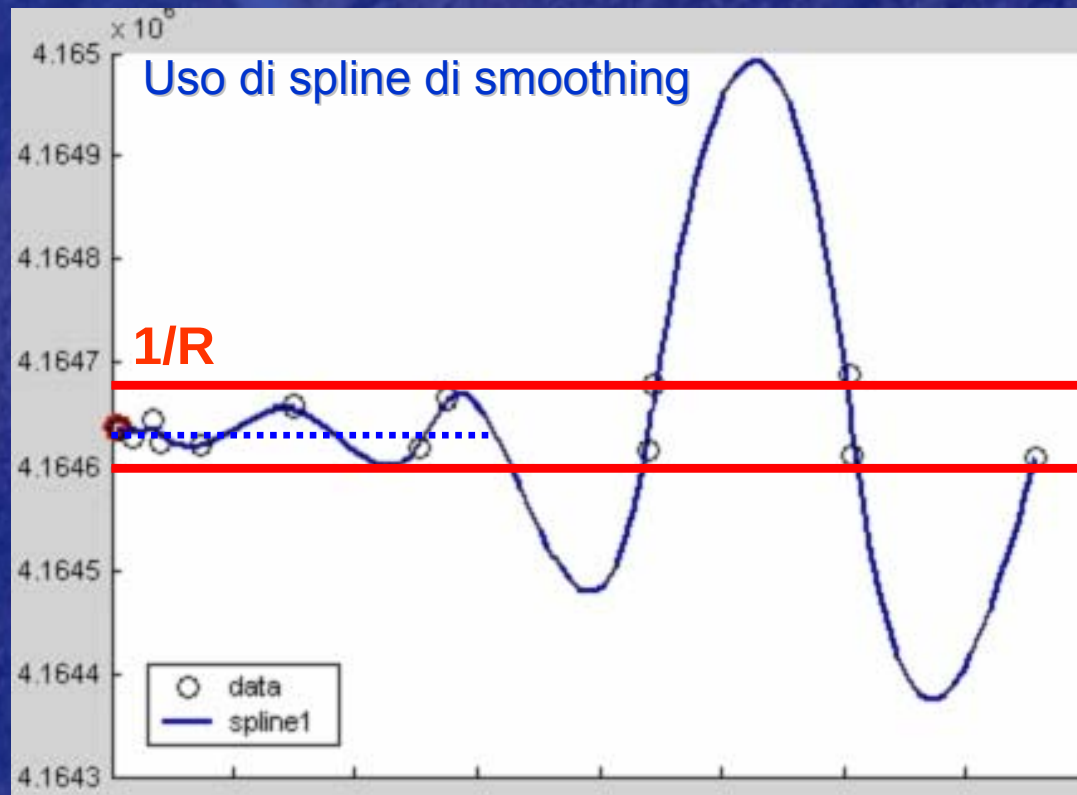
1. Rilievo
2. Asse stradale
3. Ricostruzione geometrica



Ricostruzione della geometria (1/2)

- Interpolazione dei punti tramite spline cubiche

La spline: $f(x)=a+a_1x+a_2x^2+a_3x^3+\dots+a_nx^n$



Routine Spline

Input: coordinate (N,E) dal GPS



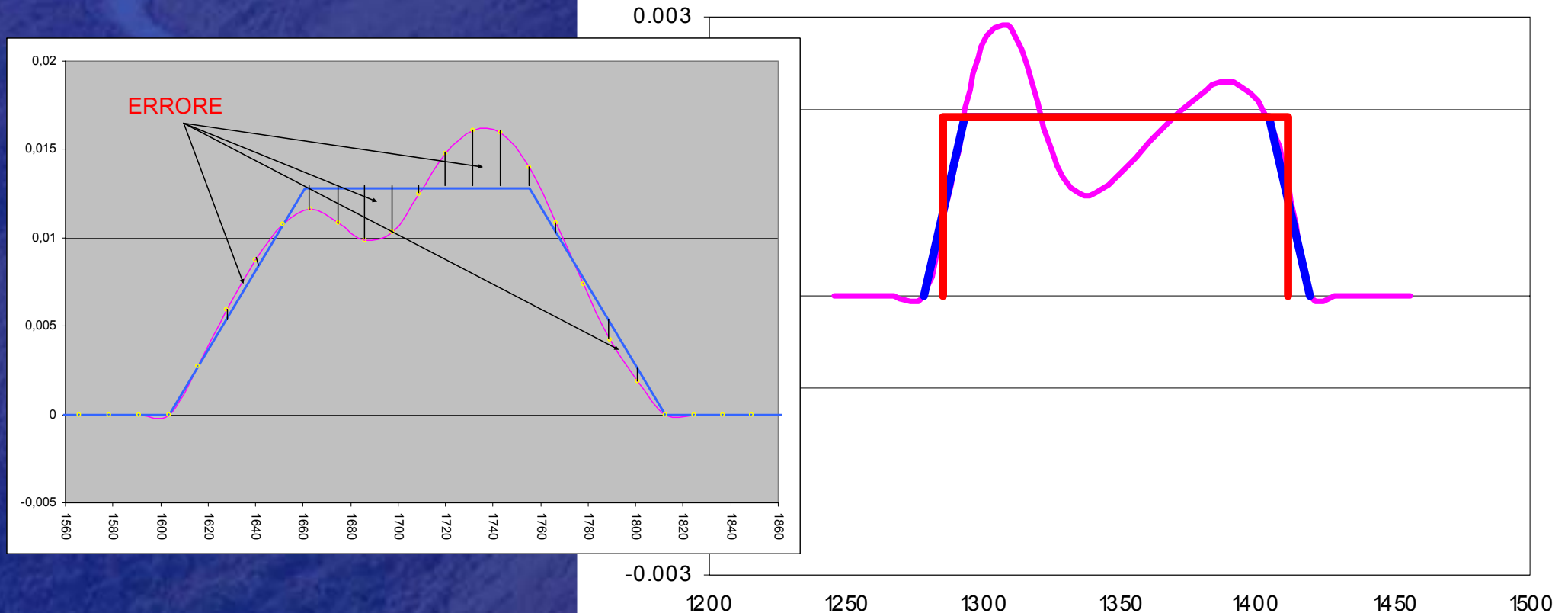
Output: parametri della spline
(sviluppo e curvatura)

$$s = \int_{x_0}^x \sqrt{1 + f'(x)} dx \quad \frac{1}{\rho} = \frac{f''(x)}{(1 + f'(x)^2)^{3/2}}$$



Ricostruzione della geometria (2/2)

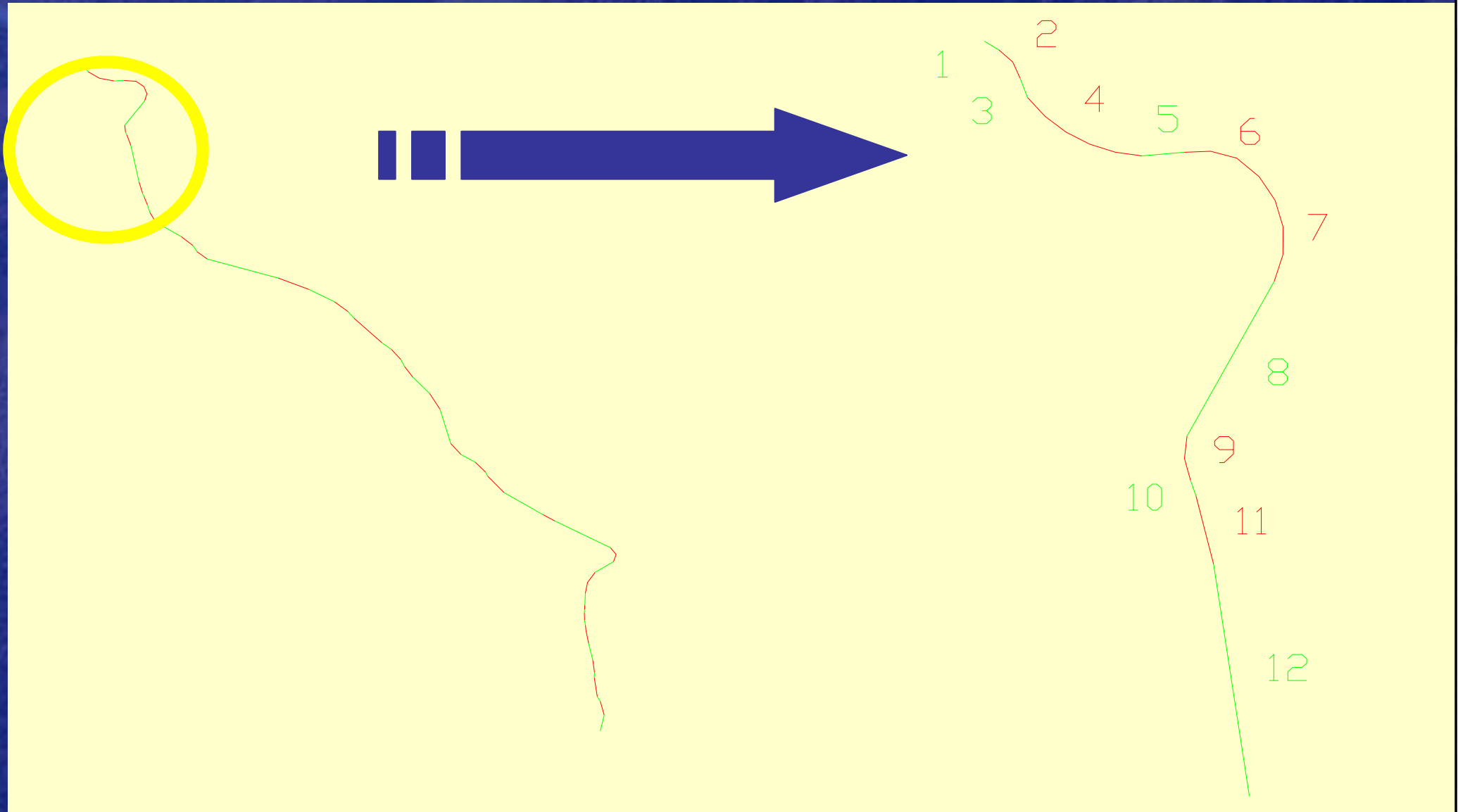
- Definizione clotoidi e circonferenze



- Spline filtrata
- Ricerca del trapezio (Area sottesa dalla curva = area trapezio)
- Ricerca del rettangolo



Ricostruzione della geometria: output

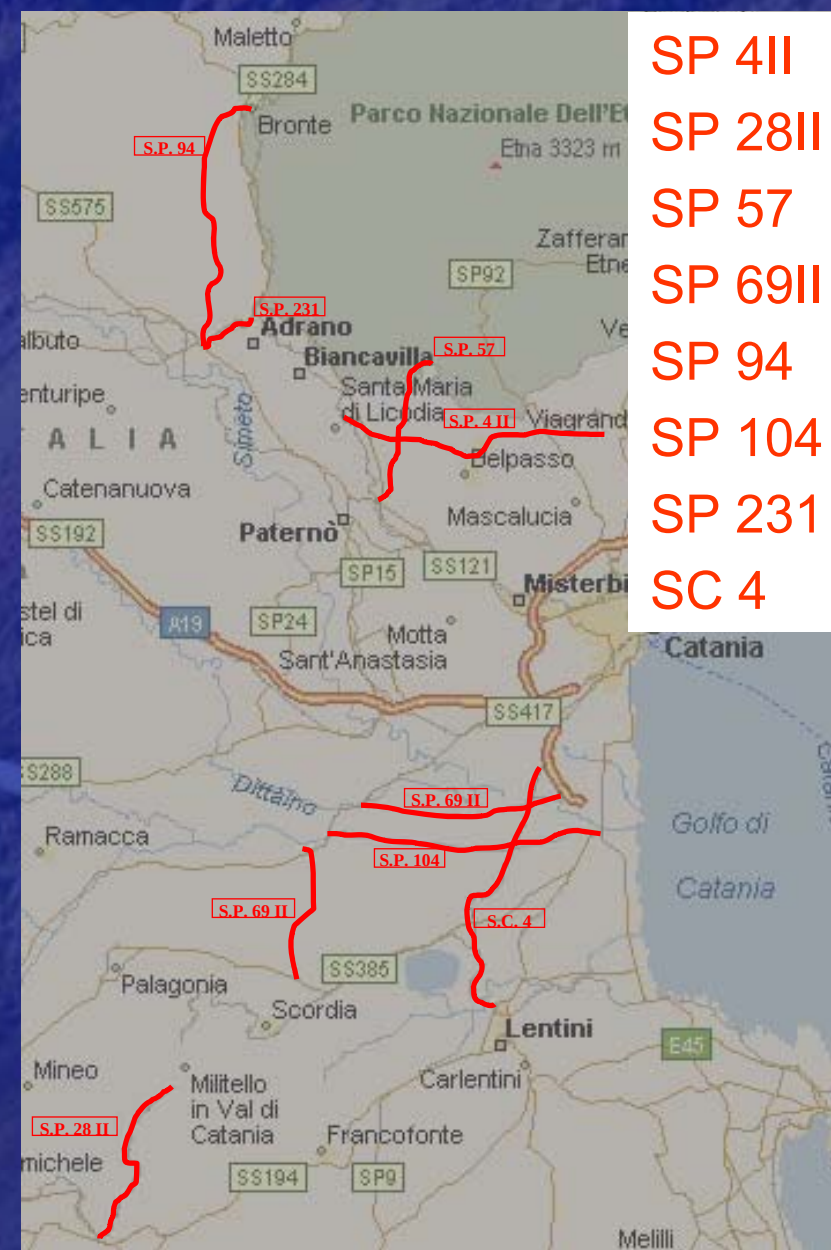


Ricostruzione della geometria: output

ID STRADA	ID Elemento	FROM	TO	LUNG TRATTO	RAGGIO	a [rad]	a [gon]	CCRsi
SP104	1	0.0	319.7	319.7				0
SP104	2	319.7	468.3	148.6	218	0.68	43.40	292.0
SP104	3	468.3	1168.2	699.9				0
SP104	4	1168.2	1436.5	268.3	530	0.51	32.23	120.1
SP104	5	1436.5	1697.4	260.9				0
SP104	6	1697.4	1720.7	23.3	455	0.05	3.26	139.9
SP104	7	1720.7	1728.0	7.3				0
SP104	8	1728.0	1971.1	243.1	1074	0.23	14.41	59.3
SP104	9	1971.1	2037.2	66.1				0
SP104	10	2037.2	2129.7	92.5	1587	0.06	3.71	40.1
SP104	11	2129.7	2791.7	662.0				0
SP104	12	2791.7	2872.1	80.4	2350	0.03	2.18	27.1
SP104	13	2872.1	3301.1	429.0				0



Il campione di strade: viabilità extraurbana locale



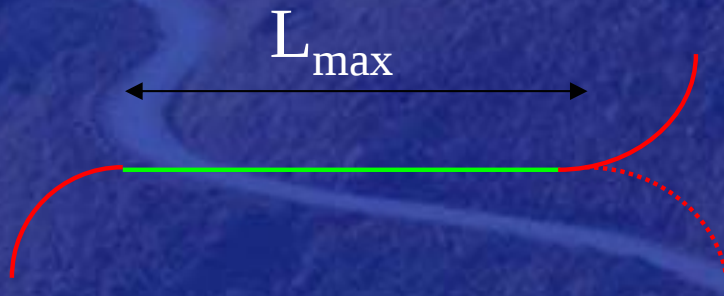
- Tipo di strada F
- Lunghezza totale ≈ 100 Km
(65 km Rettifili – 35 km curve)
- Numero di elementi = 1100
(531 Rettifili – 569 curve)
- Larghezza media carreggiata ≈ 6 m



Verifiche D.L. 05/11/2001

Verifica A: Lunghezza max dei rettifili

(2/531)



$$L_{\max} = 22 V_{p_{\max}} \text{ [m]}$$

$V_{p_{\max}}$ = limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada [Km/h]

Verifica B: Lunghezza min dei rettifili

(152/531)

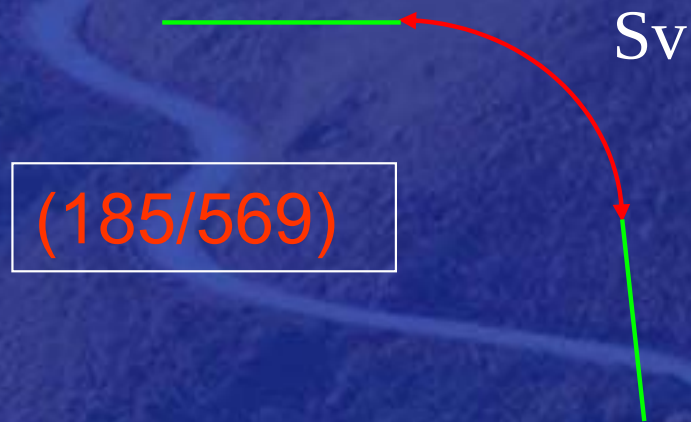


Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lungh. min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360



Verifiche D.L. 05/11/2001

Verifica C: Sviluppo curva per la percezione della circonferenza



$$S_v = 2.5 v_p \quad [\text{m}]$$

v_p = velocità di progetto della curva [m/s]

Verifica D: Rapporto tra raggi consecutivi

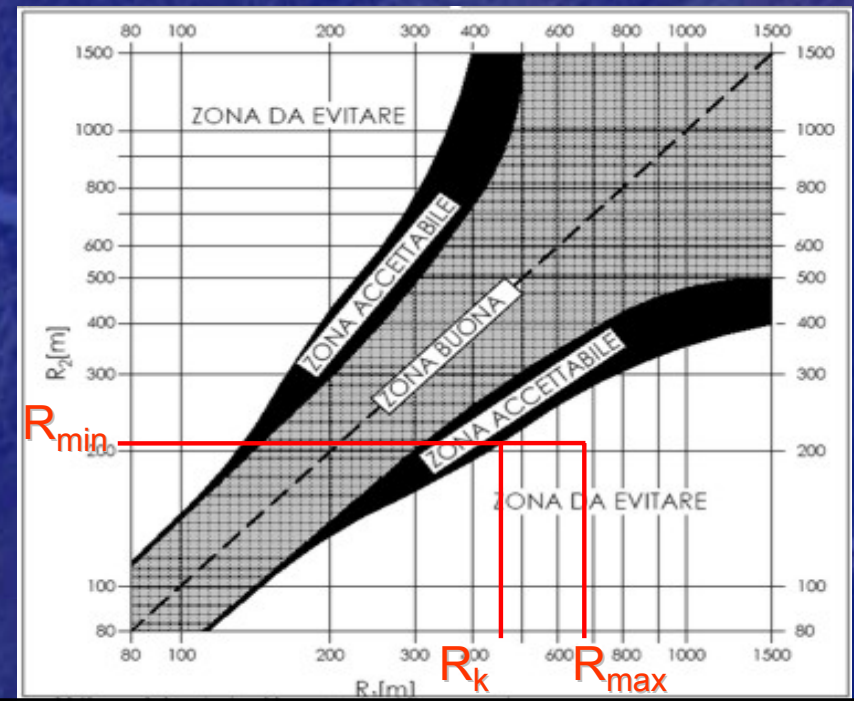
(359/569)

Verifica E: Raggio in rapporto al rettifilo

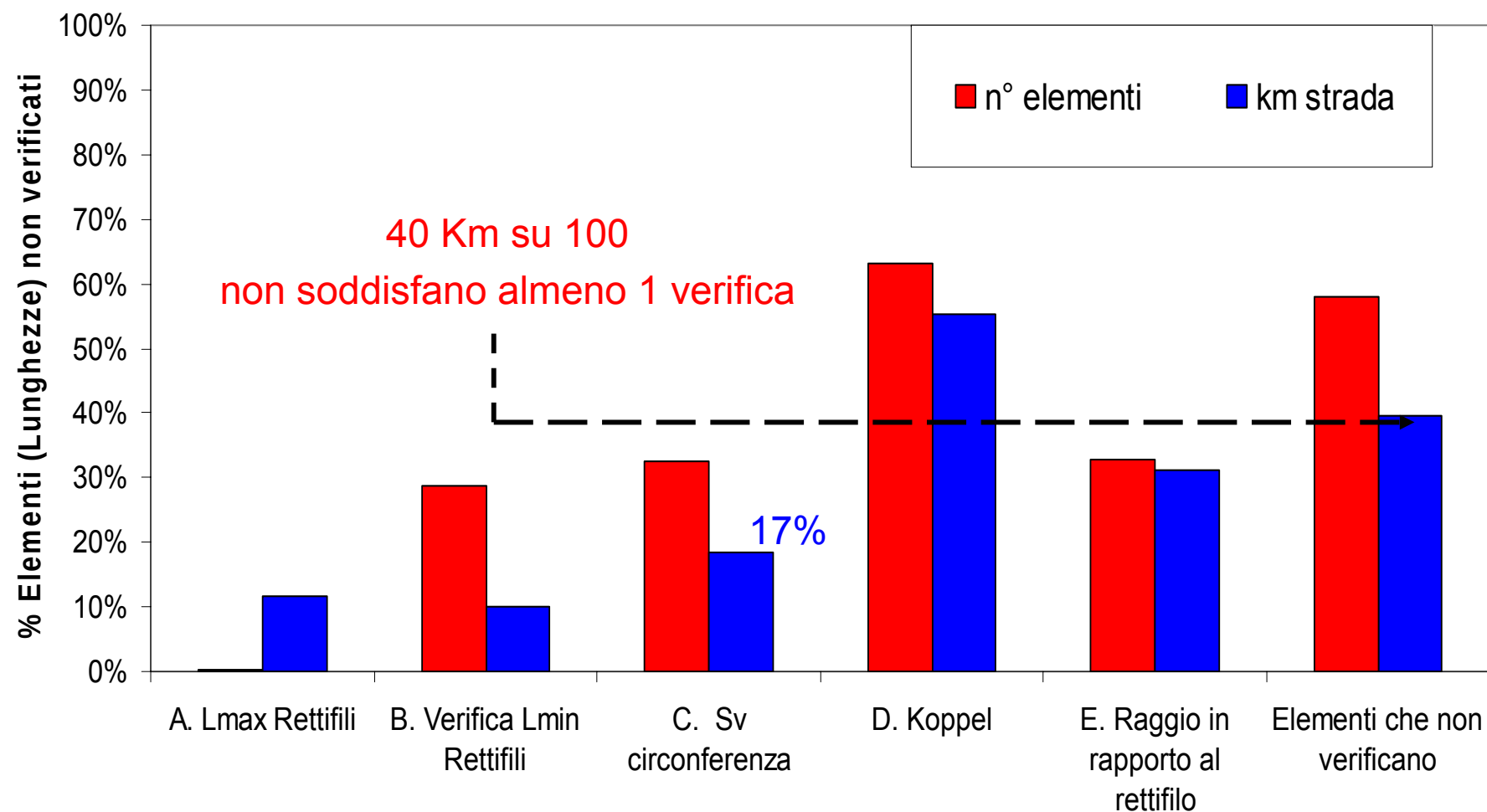
$R > L_R$ per $L_R < 300$ m

$R \geq 400$ m per $L_R \geq 300$ m

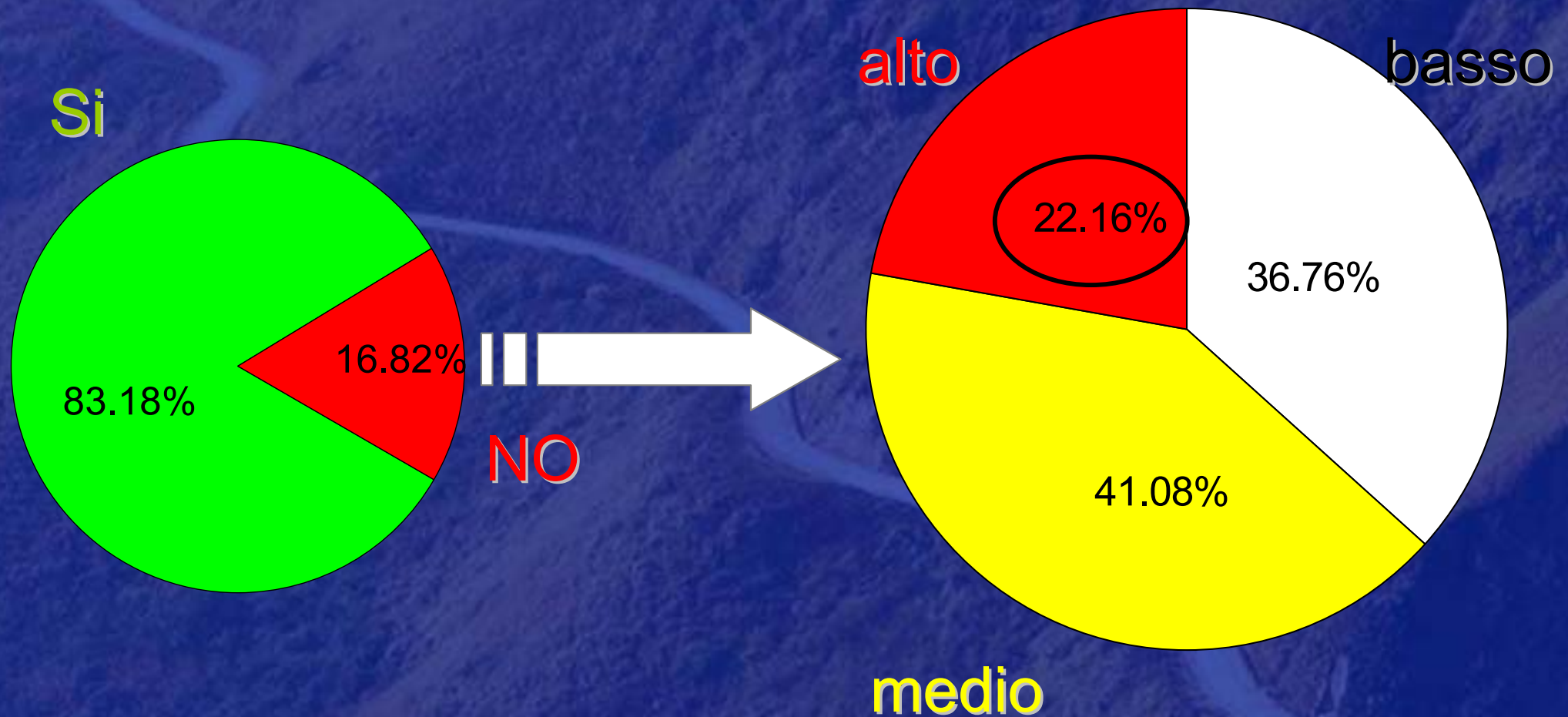
(186/569)



Verifiche D.L. 05/11/2001



Distribuzione degli elementi che non soddisfano la verifica C (gravità)
Sv circonferenza



GRAZIE PER L'ATTENZIONE !

