



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI




## PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE

*Infrastrutture e tecnologie per i territori collinari*

MATERA - Aula Magna Università Basilicata - 21 febbraio 2020

# PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

**Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani**



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

1



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020




## MOBILITA' IN EVOLUZIONE

Il concetto di **mobilità**,  
sia nell'**ambiente**  
**urbano** sia nel **territorio**  
**extraurbano**, sta  
vivendo una fase di  
**profonda evoluzione e**  
**cambiamento**, con un  
forte impulso verso  
**modi e soluzioni** più  
ecologiche, sostenibili,  
naturali e compatibili  
con l'ambiente.





**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani**

**PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA**

2

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## MOBILITA' IN EVOLUZIONE

La **PEDONALITÀ**, in particolare, è progressivamente **riscoperta**, sia come necessario passaggio di **connessione** tra **modalità differenti**, sia come una **pratica in sé stessa sana e piacevole**



**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

3

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## MOBILITA' IN EVOLUZIONE

Ancor più evidente è il rinnovato successo della mobilità **CICLISTICA**, che ripropone i suoi vantaggi **ambientali, economici e salutistici...**

**iFe is Like a Bike**  
La bicicletta, il trasporto sostenibile per eccellenza dell'Unione Europea

L'impatto positivo della bicicletta sulla nostra società



La bicicletta, il mezzo del momento: sostenibile e ricca benefici sociali ed economici

**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

4

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## MOBILITA' IN EVOLUZIONE

...anche con **nuove "interpretazioni"**, il cui effettivo impatto potrebbe non essere marginale.

Monopattini elettrici equiparati alle biciclette: la micromobilità parte ufficialmente





SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

5

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## MOBILITA' IN EVOLUZIONE

Mobilità sostenibile ed economia: i pregiudizi infondati sulla bicicletta

Questo processo evolutivo è certamente molto **interessante**, molto **"smart"**, molto **"green"**, ed è anche molto sostenuto dagli organi di informazione e dal sistema di comunicazione...



Mobilità Sostenibile: tutti i vantaggi della bicicletta



ALLEANZA MOBILITÀ DOLCE

Manifesto della Alleanza per la Mobilità Dolce 2018-2021

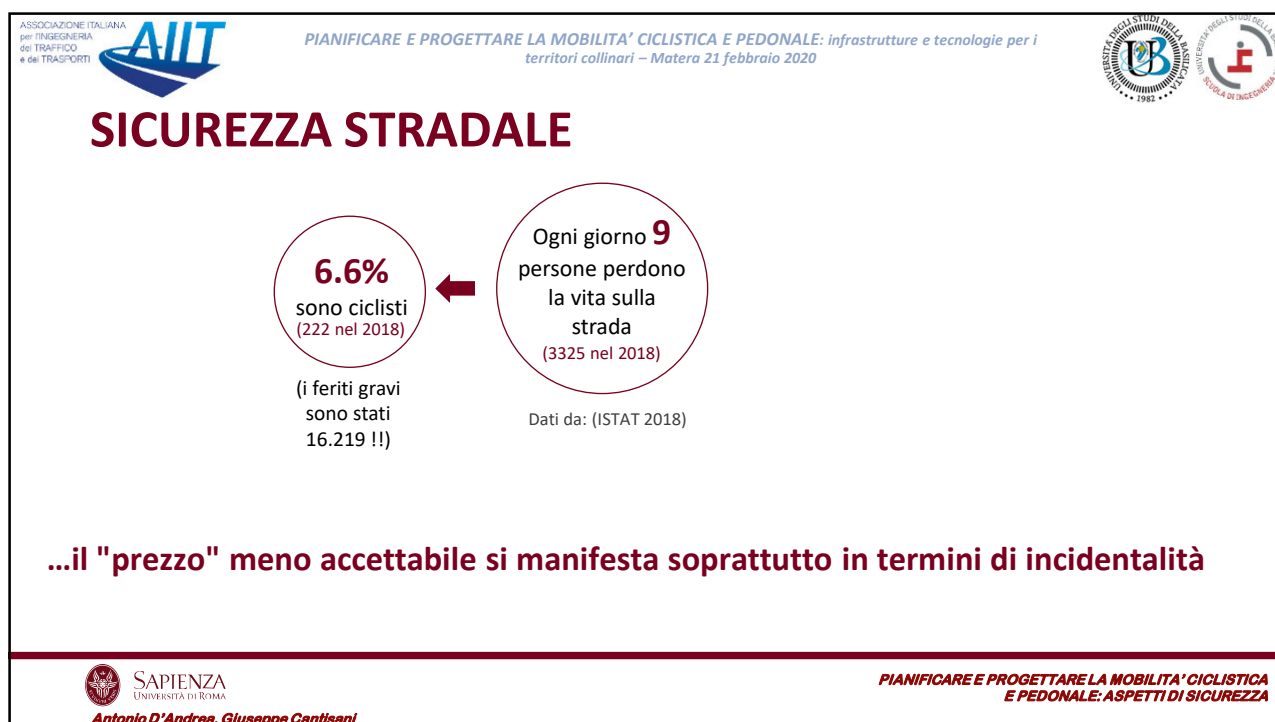
Bicicletta: da mezzo di trasporto ad opportunità di crescita economica

...ma non si può pensare che sia **"a costo zero"**, ossia totalmente **privo di riflessi negativi**

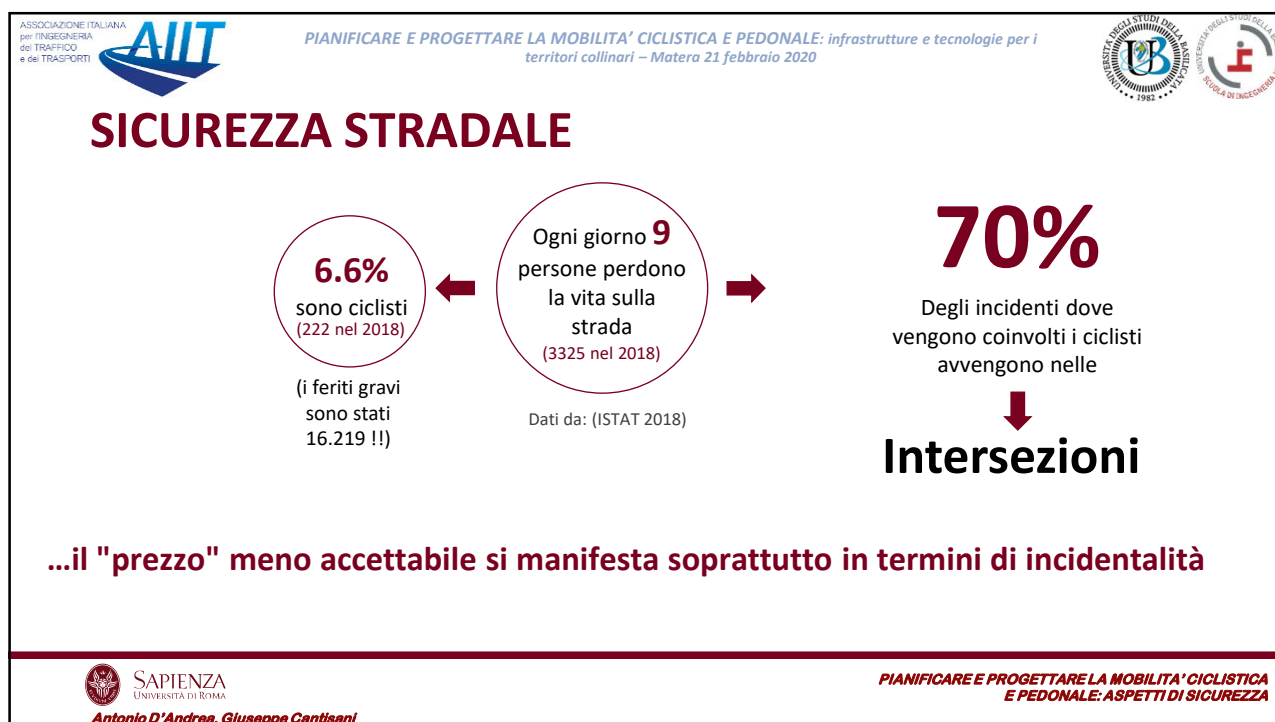
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

6



7



8





ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

**SICUREZZA STRADALE**

Come sempre, si deve decidere se osservare e subire un fenomeno, oppure **CERCARE DI "GOVERNARLO"**


**BISOGNA INTERVENIRE, IN PARTICOLARE, SUI FATTORI DI CRITICITÀ SPECIFICI CHE RIGUARDANO L'INCIDENTALITÀ CHE COINVOLGE LE UTENZE DEBOLI**

**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

9

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

**SICUREZZA STRADALE**

Gli ambiti di azione che presentano maggiori opportunità di intervento sono:

**L'UTENTE e l'INFRASTRUTTURA STRADALE**



**Naturalmente, l'attenzione dei tecnici e dei decisori pubblici deve soprattutto concentrarsi sul tema stradale**

**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

10

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## SICUREZZA STRADALE E INFRASTRUTTURE

D'altra parte, le **strade** hanno dovuto più volte accogliere profondi cambiamenti di sistema, quasi sempre senza che si realizzassero adeguamenti significativi...




**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

11

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## SICUREZZA STRADALE E INFRASTRUTTURE

La **struttura** delle reti stradali e, spesso, le loro **caratteristiche tecniche**, molte volte sono rimaste simili a quelle **antecedenti la motorizzazione di massa**



**The Guardian**

**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

12

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

Ciclabilità Normantana, Amuse: "Rista pericolosa" opera piena di violazioni di legge

## SICUREZZA STRADALE E INFRASTRUTTURE



Oppure – peggio – sono state **malamente adattate alle nuove esigenze**, in spregio a qualsiasi criterio razionale e normativo

**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

13

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA **UNIBAS** **SCUOLA DI INGEGNERIA**

## DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

È importante realizzare **STRADE E INTERSEZIONI PIÙ SICURE** ossia progettate per il buon funzionamento di un **TRAFFICO CON UTENZE DIVERSIFICATE**



**SAPIENZA** UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

14





ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020




## DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

Naturalmente, se si pensa di adeguare indistintamente **TUTTE** le **infrastrutture esistenti**, per renderle idonee alle nuove funzioni che vengono loro richieste e sicure per le utenze pedonali e ciclabili, si registrerà inesorabilmente l'ennesimo fallimento...



...occorrono metodi e criteri per **ANALIZZARE** la priorità degli interventi e **DECIDERE** la loro impostazione



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

15



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020




## DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

La **priorizzazione** degli interventi, tenuto conto delle caratteristiche dei **flussi di traffico** coinvolti, può basarsi sull'adozione di un **metodo analitico** per la valutazione quantitativa del rischio di incidente tra veicoli motorizzati e ciclisti



Un adeguato **modello di analisi del rischio** deve poter modellare e determinare il **danno atteso**, la **probabilità** e il **rischio di collisione** in un insieme di infrastrutture, per poterne confrontare le condizioni di sicurezza.



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

16



ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ESEMPIO: IL PROBLEMA DELLE INTERSEZIONI



**CAR vs Bicycle**

Le biciclette devono condividere lo spazio con i veicoli a motore strutturalmente più robusti e resistenti, dotati di grande potenza meccanica e capaci di maggiori prestazioni.

Queste condizioni di disparità concorrono a rendere **MOLTO CRITICA** l'interazione tra flussi di traffico così diversi.

SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

17

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ESEMPIO: IL PROBLEMA DELLE INTERSEZIONI

**safety**

Article

### Risk Analysis and Safer Layout Design Solutions for Bicycles in Four-Leg Urban Intersections

Giuseppe Cantisani<sup>✉</sup>, Laura Moretti<sup>\*</sup> and Yessica De Andrade Barbosa

Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, Italy; giuseppe.cantisani@uniroma1.it (G.C.); deandradebarbosa.1674029@studenti.uniroma1.it (Y.D.A.B.)  
\* Correspondence: laura.moretti@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585114

Received: 28 December 2018; Accepted: 25 April 2019; Published: 27 April 2019

**Abstract:** The road safety of vulnerable users is a current issue; in densely populated urban areas, alternative and light mobility vehicles are growing in popularity, and their users are having larger dimensions and masses. This study focuses on the risk analysis of cyclists and motorized vehicles in urban intersections. Twenty-five urban four-leg intersections with and without bike paths, were considered in order to identify the conflict point hazardousness, and assess the risk of collision using a probabilistic approach. Tr

**MDPI**

Article

### Safety Problems in Urban Cycling Mobility: A Quantitative Risk Analysis at Urban Intersections

Giuseppe Cantisani<sup>✉</sup>, Laura Moretti<sup>\*</sup> and Yessica De Andrade Barbosa

Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, 00184 Rome, Italy; giuseppe.cantisani@uniroma1.it (G.C.); deandradebarbosa.1674029@studenti.uniroma1.it (Y.D.A.B.)  
\* Correspondence: laura.moretti@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585114

Received: 5 December 2018; Accepted: 21 January 2019; Published: 22 January 2019

**Abstract:** The attention to the most vulnerable road users has grown rapidly in recent decades. The experience gained reveals an important number of cyclist fatalities due to road crashes; most of which occur at intersections. In this study, dispersion of trajectories in urban intersections has been considered to identify the whole conflict area and the largest conflict areas between cars and

SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

18

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ESEMPIO: IL PROBLEMA DELLE INTERSEZIONI

Lo studio dei flussi di traffico e delle loro interazioni, si presenta in generale molto complesso poiché dipende da molte variabili, **prevalentemente di natura aleatoria**

Per schematizzare il problema e impostare un modello, occorre **definire in modo semplificato geometrie, traiettorie e manovre degli utenti**, per poi passare a un'analisi di **rischio** vera e propria



PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

19

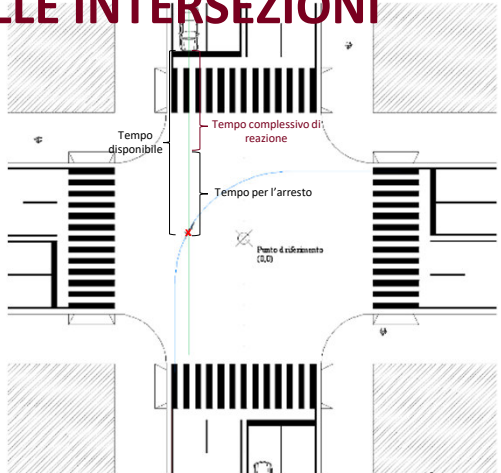
ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ESEMPIO: IL PROBLEMA DELLE INTERSEZIONI

- ➔ Individuazione schematica delle **traiettorie** degli utenti in un'intersezione
- ➔ Definizione dei **punti di conflitto** tra i veicoli m. e ciclisti
- ➔ Calcolo del **tempo disponibile per manovre di emergenza** (percorrenza fino al punto di conflitto)
- ➔ Stima della **pericolosità del conflitto** attraverso una scala basata sul tempo complessivo di reazione **disponibile** per il veicolo motorizzato



**Tempo complessivo di reazione disponibile** = **Tempo dalla linea di arresto fino al punto di conflitto** - **Tempo necessario per l'arresto del veicolo**

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

20

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA • 1982 • **UB** • UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA • 1982 • **IS** • SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

Sono stati esaminati alcuni casi di intersezioni a raso tra strade di Cat. E, con e senza pista ciclabile, al fine di osservare le caratteristiche essenziali del problema e analizzarne gli aspetti quali-quantitativi più rilevanti.

**Strada Urbana di Quartiere (CATEGORIA E) SENZA PISTA CICLABILE**

**Strada Urbana di Quartiere (CATEGORIA E) CON PISTA CICLABILE**

**SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA**  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

21

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA • 1982 • **UB** • UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA • 1982 • **IS** • SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Schema 1**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sulla carreggiata

**Strade Urbane di Quartiere CATEGORIA E**

**SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA**  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

22



ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Schema 1**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sulla carreggiata

**Schema 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sugli attraversamenti pedonali

**Strade Urbane di Quartiere**  
CATEGORIA E

**SAPIENZA**  
UNIVERSITA' DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

**PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA**

23

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Schema 1**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sulla carreggiata

**Schema 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sugli attraversamenti pedonali

**Schema 3**  
Intersezione con pista ciclabile

**Strade Urbane di Quartiere**  
CATEGORIA E

**SAPIENZA**  
UNIVERSITA' DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

**PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA**

24

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Esempi: Schemi 1 e 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti su carreggiata o attraversam.

Strade Urbane di Qualità CATEGORIA E

ANTONIO D'ANDREA, GIUSEPPE CANTISANI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

25

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Esempi: Schemi 1 e 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti su carreggiata o attraversam.

Le traiettorie sono schematizzate per mezzo di **linee curve**, (successione di curve a raggio variabile e a raggio costante). Le **aree interessate dalla percorrenza** dei veicoli si possono definire facendo variare le caratteristiche degli elementi geometrici e **ottenendo le diverse combinazioni compatibili**.

**Es: Svolta a destra 1 → 2**

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Rettilineo | $x = -4.75$  | $16.75 > y > 4.75 + T_e$   |
| Clotoide   | $x = -4.75 - \frac{((4.75 + T_e) - y)^3}{6A^2}$  | $\begin{cases} 4.75 + T_e > y > 4.75 + T_e - X_c \\ -4.75 > x > -4.75 - Y_c \end{cases}$             |
| Arco       | $\begin{cases} y = y_{centro} - \sqrt{r^2 - (x - x_{centro})^2} \\ x = x_{centro} + \sqrt{r^2 - (y - y_{centro})^2} \end{cases}$ | $\begin{cases} 4.75 + T_e - X_c > y > 4.75 + Y_c \\ -4.75 - Y_c > x > -4.75 - T_e + X_c \end{cases}$ |
| Clotoide   | $y = 4.75 + \frac{(ass(-4.75 - T_e - x))^3}{6A^2}$   | $\begin{cases} 4.75 + Y_c > y > 4.75 \\ -4.75 - T_e + X_c > x > -4.75 - T_e \end{cases}$             |
| Rettilineo | $y = 4.75$   | $-4.75 - T_e > x > -16.75$   |

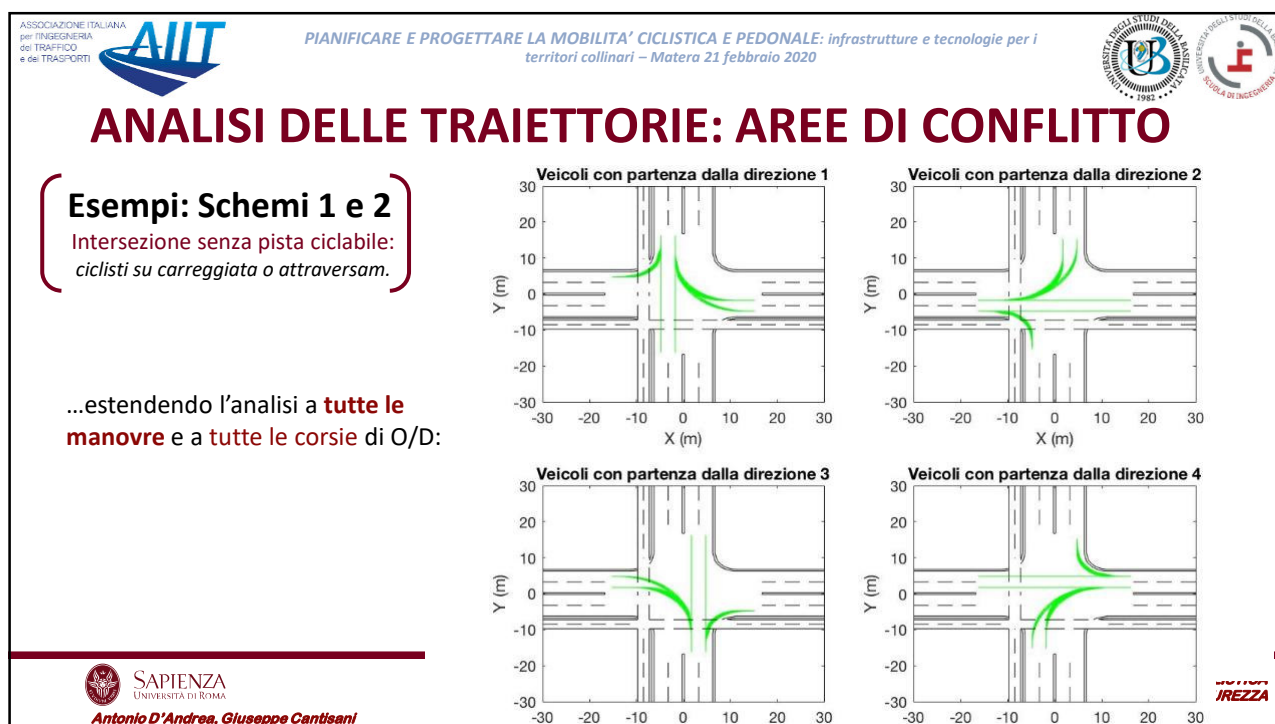
ANTONIO D'ANDREA, GIUSEPPE CANTISANI

A' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

26



27



28



ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DELLE TRAIETTORIE: AREE DI CONFLITTO

**Esempi: Schemi 1 e 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti su carreggiata o attraversam.

DEL TUTTO ANALOGAMENTE SI PUÒ PROCEDERE PER LE **MANOVRE DEI CICLISTI**:

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

29

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## PUNTI DI CONFLITTO E AREE DI COLLISIONE POTENZIALE

**Schema 1**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sulla carreggiata

**Schema 2**  
Intersezione senza pista ciclabile:  
ciclisti sugli attraversamenti pedonali

**Schema 3**  
Intersezione con pista ciclabile

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

30

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI DANNO

Si calcola il tempo disponibile al conducente del veicolo motorizzato per evitare la collisione con la bicicletta (**AST**), che dovrà essere confrontato con **RST (required)**, ossia con il tempo complessivo richiesto per la percezione, riflessione, reazione e implementazione di una manovra di emergenza.

**AST = Available Stopping Time**

**Tempo complessivo di reazione disponibile = Tempo dalla linea di arresto fino al punto di conflitto – Tempo necessario per l'arresto del veicolo**

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

31

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI DANNO

**Condizione di sicurezza:**  
Available Stopping Time **ART**  $\geq$  Required S.T. (**RRT**)

**RST =** **Tempo complessivo di reazione (RRT)** + **Tempo di frenatura (RBT)**

Percezione, riflessione, reazione e attuazione

**0.628 secondi**

**Classifica di pericolosità  $t(s) = ART$**

|   |                  |                              |
|---|------------------|------------------------------|
| ● | $t(s) < 1.5$     | Interazione molto pericolosa |
| ● | $1.5 < t(s) < 3$ | Interazione pericolosa       |
| ● | $3 < t(s) < 4.5$ | Lieve interazione            |
| ● | $t(s) > 4.5$     | Nessuna interazione          |

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

32

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI PROBABILITÀ

La **probabilità** che si **determini realmente un conflitto** dipende dalla probabilità degli **arrivi per ciascun flusso** (secondo un **processo alla Poisson**) e dalla probabilità che possa verificarsi **almeno un arrivo simultaneo** (di un ciclista e un veicolo motorizzato), analizzabile secondo la **distribuzione binomiale**.

**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

**LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA**

33

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI PROBABILITÀ

La **probabilità** che si **determini realmente un conflitto** dipende dalla probabilità degli **arrivi per ciascun flusso** (secondo un **processo alla Poisson**) e dalla probabilità che possa verificarsi **almeno un arrivo simultaneo** (di un ciclista e un veicolo motorizzato), analizzabile secondo la **distribuzione binomiale**.

**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

**LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA**

34



ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI PROBABILITÀ

La **probabilità** che si **determini realmente un conflitto** dipende dalla **probabilità degli arrivi per ciascun flusso** (secondo un **processo alla Poisson**) e dalla **probabilità che possa verificarsi almeno un arrivo simultaneo** (di un **ciclista e un veicolo motorizzato**), analizzabile secondo la **distribuzione binomiale**.

LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

35

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI **AIIT**

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SCUOLA DI INGEGNERIA

## ANALISI DEL RISCHIO: MODELLO DI PROBABILITÀ

La **probabilità** che si **determini realmente un conflitto** dipende dalla **probabilità degli arrivi per ciascun flusso** (secondo un **processo alla Poisson**) e dalla **probabilità che possa verificarsi almeno un arrivo simultaneo** (di un **ciclista e un veicolo motorizzato**), analizzabile secondo la **distribuzione binomiale**.

LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

36



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020




## APPLICAZIONE DEI MODELLI

I modelli esposti, integrati con l'analisi geometrica delle traiettorie, possono essere applicati a una o più intersezioni al fine di:

- identificare e localizzare i **punti di conflitto**;
- calcolare l'**area di conflitto potenziale** dell'intersezione (**ECA**);
- individuare le combinazioni di manovre che determinano **le più estese aree di conflitto**;
- identificare i **punti di massima interazione** (intesi come punti di conflitto relativi a manovre con minimo ART);
- calcolare il **tempo ET di esposizione** dei ciclisti ai veicoli;
- **classificare** i punti di conflitto rispetto all'interazione veicolo-bicicletta;
- **QUANTIFICARE** il rischio di incidente tra veicoli motorizzati e biciclette.




SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*



PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

37



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020





## IPOTESI E STRATEGIE DI INTERVENTO

**POSSIBILI STRATEGIE:**

In generale lo schema funzionale delle intersezioni a raso può prevedere:

- **regolazione dei flussi di traffico** in prossimità della intersezione con segnaletica;
- **separazione dei flussi di traffico** con elementi strutturali;
- **arretramento della linea di arresto** per i veicoli;
- **segnalazioni cromatiche** (ad es. dell'area interessata dall'attraversamento dei ciclisti);
- .....




SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*



PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

38




ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

## CONCLUSIONI


- ✓ La **mobilità** vive una (ennesima) fase di **evoluzione e cambiamento**, sia nell'**ambiente urbano** sia nel **territorio extraurbano**
- ✓ Si registra un forte impulso verso **modi di trasporto** più **ecologici, sostenibili, naturali**; in particolare, la **PEDONALITÀ** viene progressivamente riscoperta, e ancor più evidente appare il rinnovato successo della mobilità **CICLISTICA**
- ✓ Tuttavia ciò si riflette anche in un allarmante **incremento dell'incidentalità** che coinvolge questo tipo di utenze. Come sempre, si deve **DECIDERE** se osservare e subire il fenomeno o **agire positivamente per governarlo**
- ✓ Occorrono modifiche e adattamenti delle infrastrutture stradali, ma non è **realistico** pensare di intervenire in maniera generalizzata



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*



PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

39




ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i  
territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

## CONCLUSIONI


- ✓ Risulta perciò necessario **riconoscere e classificare il livello di rischio** in ciascuna intersezione, per rivolgere le dovute attenzioni a quelle che manifestano le condizioni effettivamente più pericolose;
- ✓ Il **conflitto** tra veicoli motorizzati e biciclette nelle intersezioni, in particolare, merita di essere attentamente valutato;
- ✓ Un esempio di metodologia, qui presentato, permette di **classificare la pericolosità dei punti di conflitto** in un'intersezione; l'analisi può essere condotta **sia a livello conoscitivo** (per valutare le priorità di azione), **sia in fase progettuale** per poter confrontare quantitativamente varie ipotesi di intervento;





SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
*Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani*

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITA' CICLISTICA  
E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

40


ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI 

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE: infrastrutture e tecnologie per i territori collinari – Matera 21 febbraio 2020

## CONCLUSIONI

- ✓ In definitiva, si ritiene che analisi di questo tipo possano costituire un **utile esempio di metodologia razionale**, ossia rivolta a **superare un approccio caratterizzato da eccessivo empirismo o emotività**
- ✓ Soltanto grazie alla conoscenza e a metodi appropriati si potranno **destinare utilmente le scarse risorse disponibili**, per poter **conseguire la massima efficacia delle politiche e delle azioni di sicurezza** da intraprendere.

 SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA  
Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

41

ASSOCIAZIONE ITALIANA per l'INGEGNERIA del TRAFFICO e dei TRASPORTI 

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE

*Infrastrutture e tecnologie per i territori collinari*

MATERA - Aula Magna Università Basilicata - 21 febbraio 2020

## GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!

PIANIFICARE E PROGETTARE LA MOBILITÀ CICLISTICA E PEDONALE: ASPETTI DI SICUREZZA

Antonio D'Andrea, Giuseppe Cantisani

 SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

42