



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma



**CICLO DI SEMINARI**  
**LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI**  
**Le misure gestionali nella Direttiva Europea D. Lgs. 264/2006**

**LE MISURE COMPENSATIVE  
GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

**Giuseppe Cantisani**  
“Sapienza” - Università di Roma  
Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica  
giuseppe.cantisani@uniroma1.it

11 Maggio 2017



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

- Aspetti generali
- Gallerie, progettazione, sicurezza, normativa
- Significato delle «misure di sicurezza»
- Misure di sicurezza: decisione ed elenco
- Il principio dell'equivalenza e la «compensazione»
- La ricerca del principio di equivalenza rispetto ai requisiti strutturali
- Ruolo e rilevanza dei vari fattori nell'attribuzione delle cause incidentali
- Esempi di effetti di interazione o di influenza sul rischio incidentale
- Valutazione quantitativa e qualitativa: futuri sviluppi e situazione attuale
- Conclusioni

Giuseppe Cantisani - “Sapienza” - Università di Roma



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

## GALLERIE

*Ogni volta che si parla di gallerie, in Italia, occorre richiamare la **singularità del territorio**, da cui discende che **il numero e lo sviluppo delle gallerie e dei tunnel sulla rete stradale ed autostradale sia tra i più elevati a livello mondiale***





Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

 SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

## GALLERIE – CARATTERISTICHE PECULIARI

*A causa dell'ambiente confinato, alcuni particolari eventi critici (l'incendio o la dispersione di materie pericolose), possono assumere la connotazione di veri e propri "disastri".*




*Anche le modalità di guida e di comportamento che gli utenti assumono nelle opere in sotterraneo possono differire rispetto all'esterno*

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

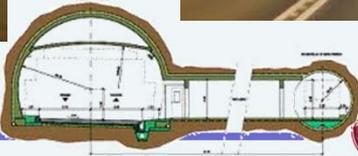
 SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

## GALLERIE – CONFIGURAZIONE, ATTREZZATURE, DOTAZIONI

*La necessità di prevenire gli eventi critici e/o gestirne le conseguenze comporta l'esigenza di realizzare particolari configurazioni ed elementi geometrico-strutturali, nonché installare nelle gallerie specifiche attrezzature, dotazioni, impianti, etc..*

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

## GALLERIE - SICUREZZA

*Il principio fondamentale rimane quello di ispirare le attività tecniche al conseguimento del massimo possibile livello di sicurezza.*

*La sicurezza deve essere percepita come bilanciamento, compensazione, equilibrio (dinamico, non statico) tra esposizione al rischio e sistemi, dotazioni, impianti, ...*



Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

## GALLERIE - SICUREZZA

*...nasce così il principio di ricorrere alle «misure di sicurezza» per mantenere l'equilibrio del sistema.*



 **SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

### Misure di sicurezza - caratteri generali

E' utile assumere qualche precisazione dal «Glossario» dell'Allegato I al D. Lgs. 5 ottobre 2006 n. 264:

**MISURE DI SICUREZZA**  
Provvedimenti strutturali, impiantistici, **gestionali** mirati a ridurre la probabilità di accadimento e/o le conseguenze di eventi incidentali.

**MISURE DI SICUREZZA INTEGRATIVE**  
Provvedimenti complementari che integrano i requisiti minimi di sicurezza e sono finalizzati al perseguimento di un minore livello di rischio per le gallerie che presentano caratteristiche speciali rispetto ai parametri di sicurezza, tali da determinare condizioni di maggiore potenziale pericolo.

**MISURE DI EQUIVALENZA**  
Provvedimenti adottabili per conseguire un livello globale di sicurezza equivalente quando non siano tecnicamente od economicamente realizzabili uno o più dei requisiti minimi caratterizzanti una classe di gallerie.

**REQUISITI DI SICUREZZA**  
Provvedimenti strutturali, infrastrutturali ed impiantistici previsti per un tracciato stradale insotterraneo e finalizzati a ridurre il rischio d'esercizio agendo sia sulla probabilità di accadimento degli eventi incidentali, sia sulle possibili conseguenze.

 **SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**Misure di sicurezza - caratteri generali**

(...segue)

**REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA**  
Provvedimenti strutturali, infrastrutturali ed impiantistici necessari a garantire il livello globale di sicurezza associato alla soglia di rischio tollerabile.

**VALUTAZIONE DI EQUIVALENZA**  
Analisi di rischio atta a verificare in forma quantitativa l'equivalenza ai fini del perseguimento di un livello globale di sicurezza tra provvedimenti previsti in alternativa ad eventuali requisiti minimi non realizzati e/o non realizzabili.

*...Annotiamo anche:*

**PREVENZIONE**  
Misure ed azioni intese a ridurre la probabilità di accadimento di un evento pericoloso.

**PROBABILITÀ DI INCIDENTE**  
Somatoria delle probabilità individuali di incidente estesa al flusso transitato su un tronco stradale in un definito arco temporale.

**TASSO INCIDENTALE**  
Numero di eventi incidentali per unità di sviluppo.

---

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**Misure di sicurezza - caratteri generali**

**Dunque possiamo esprimere, come categoria generale, quella delle «Dotazioni di sicurezza», nella quale rientrano con diverse specificazioni:**

- Le «Misure» di sicurezza, e
- I «Requisiti» di sicurezza

Appare opportuno precisare tale distinzione, che può essere così intesa:



→

Provvedimenti di sicurezza  
 potenzialmente idonei a  
 ridurre/mitigare il rischio  
 (agendo sia sulla probabilità sia  
 sulle conseguenze degli eventi)



→

**Strutture, Impianti e  
 Sistemi effettivamente  
 presenti (o RICHIESTI)  
 in una galleria**

---

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma





*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**Misure di sicurezza - DEFINIZIONI**

Occorre rileggere e analizzare con attenzione quanto prescritto dalla Direttiva 2004/54 CE:

**Art. 3 - Misure di sicurezza**

1. Gli Stati membri provvedono affinché le gallerie situate sul loro territorio, che rientrano nel campo di applicazione della presente direttiva, **soddisfino i requisiti minimi** di sicurezza di cui all'allegato I.
2. Qualora determinati requisiti strutturali di cui all'allegato I possano essere soddisfatti unicamente tramite **soluzioni tecniche che non sono realizzabili** o che lo sono soltanto a un **costo sproporzionato**, l'autorità amministrativa di cui all'articolo 4 **può accettare la realizzazione di misure di riduzione dei rischi come soluzione alternativa a tali requisiti**, purché le misure alternative si traducano in una **protezione equivalente o accresciuta**. L'efficacia di tali misure deve essere dimostrata mediante un'analisi dei rischi effettuata in conformità delle disposizioni dell'articolo 13.  
Gli Stati membri informano la Commissione delle misure di riduzione dei rischi che accettano come soluzione alternativa e motivano la loro decisione. Il presente paragrafo non si applica alle gallerie che si trovano allo stato di progetto di cui all'articolo 9.
3. Gli Stati membri possono prescrivere requisiti più severi sempre che questi non siano in contrasto con quelli prescritti dalla presente direttiva.


**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**Misure di sicurezza - DEFINIZIONI**

Questo onere, secondo il D. Lgs. 5 ottobre 2006 n. 264 (art. 3) ricade ulteriormente sui diretti responsabili delle gallerie:

1. I **Gestori** delle gallerie provvedono affinché le gallerie di loro competenza, rientranti nel campo di applicazione del presente decreto, soddisfino **i requisiti minimi di sicurezza** di cui all'allegato 2.
2. Qualora determinati **requisiti strutturali** di cui all'allegato 2 possano essere soddisfatti unicamente tramite soluzioni tecniche che **non sono realizzabili o che lo sono soltanto a un costo non proporzionato**, i Gestori propongono alla Commissione di cui all'articolo 4 la realizzazione di **misure di riduzione dei rischi come soluzione alternativa** a tali requisiti, purché le misure alternative si traducano in una protezione equivalente o accresciuta. L'**efficacia** di tali misure deve essere **dimostrata** mediante un progetto di sicurezza contenente un'analisi di rischio effettuata in conformità alle disposizioni del successivo articolo 13. Il Ministero delle infrastrutture informa la Commissione europea delle misure di riduzione dei rischi approvate dalla Commissione, come soluzione alternativa, motivando la sua decisione. Il presente comma non si applica alle gallerie che si trovano allo stato di progetto di cui all'articolo 8.


**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**Misure di sicurezza – DECISIONE ED ELENCO**

**Le «MISURE DI SICUREZZA» costituiscono l'oggetto dell'Allegato II al D. Lgs. 264/06:**

Tale Allegato è introdotto da una considerazione di carattere generale, che enfatizza il significato di una galleria come «sistema»:

**1. Criteri per decidere sulle misure di sicurezza**

**1.1. Parametri di sicurezza**

1.1.1. Le misure di sicurezza da realizzare in una galleria devono basarsi su una **considerazione sistematica** di tutti gli aspetti del sistema consistenti nell'infrastruttura, l'esercizio, gli utenti e i veicoli.

---


  
**SAPIENZA**  
 UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**IL PRINCIPIO DELL'EQUIVALENZA E LA «COMPENSAZIONE»**

*Dato che alcune misure infrastrutturali sono di difficile o onerosa realizzazione, si può pensare di raggiungere gli stessi livelli di sicurezza per mezzo di misure equivalenti.*

**LE MISURE "ALTERNATIVE", IN LINEA GENERALE, POTREBBERO ESSERE SIA ALTRE O DIVERSE MISURE INFRASTRUTTURALI, SIA (caso più significativo) MISURE RIGUARDANTI L'ESERCIZIO.**

**RILEGGIAMOLE CON ATTENZIONE...**

---


  
**SAPIENZA**  
 UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

**Misure di sicurezza – DEFINIZIONE ED ELENCO**

**Le «MISURE DI SICUREZZA» possono essere**, secondo l'Allegato II al D. Lgs. 264/06:

- (...segue) **Misure infrastrutturali** (§ 2 dell'Allegato II):
  - Impianto per chiudere la galleria
  - Sistemi di comunicazione
  - Alimentazione elettrica e circuiti elettrici
  - Resistenza e reazione al fuoco degli impianti e sistemi e dei loro componenti
- **Misure riguardanti l'esercizio** (§ 3 dell'Allegato II)
  - Mezzi di esercizio
  - Piani in caso di emergenza
  - Lavori nelle gallerie
  - Gestione degli incidenti
  - Attività del centro di controllo
  - Chiusura della galleria
  - Trasporto di merci pericolose
  - Sorpassi nelle gallerie
  - Distanza tra i veicoli e velocità

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

 **SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

**IL PRINCIPIO DELL'EQUIVALENZA E LA «COMPENSAZIONE»**

**IL PROBLEMA DUNQUE SI RICONDUCE A VALUTARE, IN MANIERA ATTENDIBILE, GLI EFFETTI (negativi) SULLA SICUREZZA DELLA MANCANZA DI UN REQUISITO MINIMO PRESCRITTO (E CHE RISULTA IMPOSSIBILE REALIZZARE) E QUELLI (positivi) PRODOTTI DA ALTRE MISURE CHE, INVECE, POSSONO ESSERE INTRODOTTE**

**Ecco, nuovamente, il concetto di «bilanciamento degli effetti» tra **RISCHIO** e **SICUREZZA OFFERTA DAL SISTEMA** nel suo complesso**



Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma

 **SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

## RICERCA DEL PRINCIPIO DI EQUIVALENZA RISPETTO AI REQUISITI STRUTTURALI

In particolare, alcuni requisiti che rientrano nell'ambito delle c.d. caratteristiche geometriche e funzionali della galleria (numero di fornici e di corsie, geometria della galleria, vie di fuga e uscite di emergenza, accesso per i servizi di pronto intervento, piazzole di sosta), sono generalmente correlati a due esigenze essenziali per garantire la sicurezza:

- 1) riduzione della probabilità incidentale;
- 2) fruibilità come via di fuga e/o come accesso per i soccorritori in caso di evento critico.

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma





*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

## RICERCA DEL PRINCIPIO DI EQUIVALENZA RISPETTO AI REQUISITI STRUTTURALI

*Peraltro, mentre la valutazione analitica delle condizioni di esodo/riduzione delle conseguenze è relativamente più semplice, la questione più complessa riguarda la valutazione della maggior probabilità incidentale indotta dall'eventuale assenza di taluni requisiti di sicurezza.*



Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma





*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

**RICERCA DEL PRINCIPIO DI EQUIVALENZA RISPETTO AI REQUISITI STRUTTURALI**

Ne consegue che le misure compensative da predisporre o realizzare dovrebbero corrispondere alle stesse finalità e dovrebbero poter dimostrare la stessa efficacia.



Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*

**LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

---

*Dunque, tornando al tema specifico delle misure infrastrutturali e delle caratteristiche geometriche e funzionali dei tratti stradali in galleria, si comprende ora meglio come alcune condizioni possano determinare o quanto meno favorire, in forma «immediata» ovvero «mediata», l'insorgere dei fenomeni incidentali.*

**Le statistiche di incidentalità, peraltro, non possono dare pienamente conto della rilevanza di tali aspetti, poiché esse sono in grado di cogliere – con riferimento alla piramide del rischio di Hayden – soltanto gli eventi critici «conclamati».**

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

***Invece i modelli di analisi del rischio più raffinati, dovrebbero tentare di stimare in maniera quantitativa gli effetti di correlazione tra geometria e dimensioni degli spazi stradali e rischio incidentale (evento iniziatore).***

***Una grande difficoltà per sviluppare questi temi è costituita dalla relativa scarsità di elementi di conoscenza, costituiti in questo caso principalmente dall'analisi dei dati relativi agli incidenti, in forma disaggregata, per l'individuazione e lo studio delle correlazioni significative.***

***Le migliori possibilità appaiono essere offerte dalle metodologie statistiche più evolute (statistica bayesiana, analisi fattoriale, ...), in grado di dare origine ad un modello che rappresenti credibilmente la complessa realtà sistemica di una galleria stradale.***

---

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

*LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI - Le misure gestionali nella Direttiva Europea*  
LE MISURE COMPENSATIVE GESTIONALI ORGANIZZATIVE

***Senza estendere ulteriormente l'esemplificazione, che del resto potrebbe riguardare molti aspetti di dettaglio, si può concludere che la valutazione di tutte queste problematiche, e delle relative implicazioni circa l'incidentalità stradale, costituisce un importante e promettente campo di approfondimento***

***Pare necessario, anche in considerazione dell'esigenza di dare risposte attendibili alle questioni riguardanti l'«equivalenza» tra le misure di sicurezza, che il futuro perfezionamento dei modelli di analisi del rischio debba porre al centro dell'attenzione le tematiche riguardanti le caratteristiche geometriche e fisiche delle opere infrastrutturali.***

***Nel frattempo, anche una valutazione «qualitativa» dei fenomeni cennati, potrebbe consentire di non trascurare elementi di primario rilievo sia per la valutazione dell'esposizione al rischio, sia per l'esame dell'efficacia di eventuali provvedimenti o misure integrative, o per il riconoscimento delle c.d. «caratteristiche speciali» delle gallerie, come del resto già previsto dalla normativa.***

---

Giuseppe Cantisani - "Sapienza" - Università di Roma



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma



**CICLO DI SEMINARI**  
**LA SICUREZZA NELLE GALLERIE STRADALI**  
**Le misure gestionali nella Direttiva Europea D. Lgs. 264/2006**

**LE MISURE COMPENSATIVE**  
**GESTIONALI ORGANIZZATIVE**

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!**

**Giuseppe Cantisani**  
"Sapienza" - Università di Roma  
Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica  
[giuseppe.cantisani@uniroma1.it](mailto:giuseppe.cantisani@uniroma1.it)

**11 Maggio 2017**

