

Dal principio di indeterminazione di Heisenberg alla indeterminazione del progetto delle infrastrutture.

Ideazione, progettazione, realizzazione e controllo di un progetto di infrastrutturazione del territorio

UN PROBLEMA DI METODO

*A. Cappelli – IUAV Venezia*

# IL QUADRUPLICAMENTO VENEZIA-TRIESTE

workshop Iuav - CIFI Venezia

9.7.2015  
cotonificio  
aula Gradoni  
14.30 > 18

partecipano  
Agostino Cappelli, Carlo Comin,  
Luca Della Lucia, Carlo Magnani,  
Bortolo Mainardi, Gabriele Pupolin

iscrizione entro 7 luglio 2015 > [cappelli@iuav.it](mailto:cappelli@iuav.it) - [www.iuav.it](http://www.iuav.it)



# Nel progetto delle infrastrutture vale il principio di indeterminazione di Heisenberg ?

- **1927: Werner Karl Heisenberg**, venticinquenne assistente del famosissimo *Niels Bohr* - collega e coevo di Max Karl Ernst Ludwig *Planck* (fondatore della fisica quantistica) e ispiratore di *Albert Einstein* - formula il principio di indeterminazione.
- ***E' impossibile misurare con precisione sia la posizione che la velocità di una particella, perché quanto più si cerca di definire con precisione una delle due variabili tanto più diventa imprevedibile la misura dell'altra.***



I fisici moderni ritengono che tale principio si debba applicare a tutti i fenomeni fisici reali

# Il principio di indeterminazione di Heisenberg introduce due concetti basilari della fisica

Per poter determinare con precisione due variabili che descrivono un fenomeno

*(nel suo caso la posizione e la velocità di un corpo in movimento)*

è necessario che la nostra osservazione non modifichi il fenomeno sotto osservazione

- Si introduce il concetto di analisi probabilistica dei fenomeni da osservare.
- Si supera il principio classico di analisi deterministica causa-effetto

Quante sono le variabili che incidono nella valutazione di un progetto di infrastrutture e che livello di approssimazione siamo in grado di stimare?

Ad esempio i tempi ed i costi di realizzazione possono essere stimati entrambi con paragonabile affidabilità? (*Megaprojects and Risks*, [Bent Flyvbjerg](#) Cambridge Press, 2003)

Il caso delle infrastrutture sembra un paradosso

# **ALCUNI ESEMPI DI INDETERMINAZIONE**

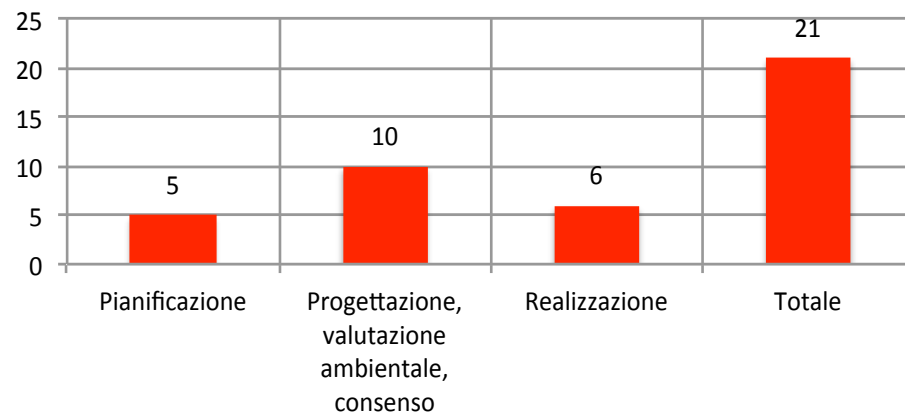


# PRIMA VARIABILE: I TEMPI DI REALIZZAZIONE DI PROGETTI

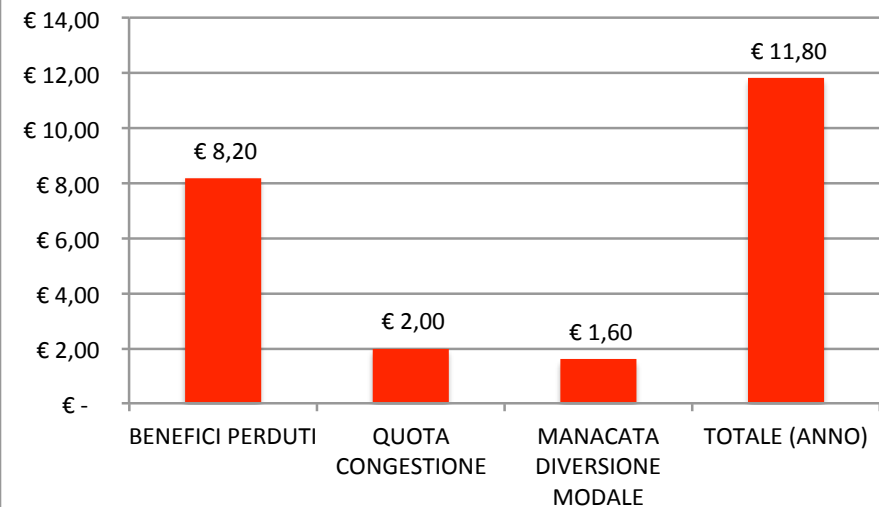
I tempi di realizzazione di una infrastruttura di trasporto in Italia sono tali da mettere in discussione la stessa utilità dell'opera e impongono rilevanti danni all'economia nazionale

*Nostre stime sulla base delle ricerche svolte*

## Fasi per la realizzazione di un'opera ferroviaria



## COSTO ANNUALE DEL RITARDO



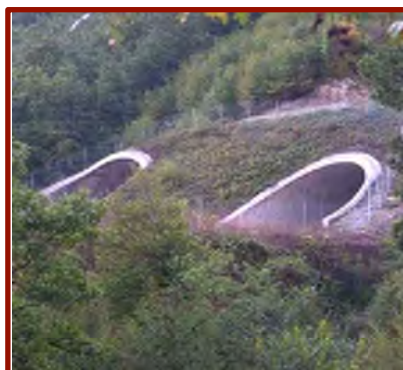
## SECONDA VARIABILE: COMPLETAMENTO DELLE OPERE

Una **programmazione senza pianificazione condivisa** ed il ritardo (a volte decennale) nella realizzazione delle opere mette in discussione la fattibilità economica delle opere e la validità delle scelte e spesso produce **una gran quantità di opere incompiute**.

Il Governo ha dovuto chiedere al **Ministero dei Trasporti** di costruire **una banca dati delle opere interrotte**:

[http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&f=cl&id\\_cat\\_org=164&id=3976](http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&f=cl&id_cat_org=164&id=3976)

**CIRCA 700** a livello Regionale, **25 in Veneto**, **40** a livello nazionale (tutti i settori di OOPP)



## TERZA VARIABILE: SELEZIONE DELLE PRIORITA'

L. 21 dicembre 2001, n. 443 (L. Obiettivo)

**Art.1 - ... Il programma tiene conto del Piano generale dei trasporti. *L'inserimento nel programma di infrastrutture strategiche non comprese nel Piano generale dei trasporti costituisce automatica integrazione dello stesso***

### **ALLEGATO INFRASTRUTTURE AL DEF 2014 (RIDOTTO A 25 OPERE NEL 2015)**

- **140 pagine di elenchi di opere** (circa 1000)
- Investimenti da qualche milione di € a decine di miliardi (SS106 Jonica, Valichi alpini, AV/AC, Aurelia, SA/RC, Ponte sullo Stretto)
- ***Tutte opere decise con procedure concertative al di fuori da una procedura oggettiva di pianificazione strategica integrata***
- Opere spesso ***decise negli anni 80 e 90*** senza evidenti verifiche di congruità nel tempo e analisi di rete che ne valutino la validità attuale e le sinergie reciproche

### **FONDI EUROPEI FESR-FSE (POR/PON) Allegato DEF2014**

- Lista di opere risultato della sola concertazione a livello locale e nazionale
- ***Programma 2007/2013 = 48 mld € / Spesi 25 mld in 6 anni /23 mld da spendere entro il 2015 !***
- **La mancanza di un processo strutturato, scientifico e condiviso di programmazione è evidente. La concertazione produce solo iniziale e parziale consenso a livello istituzionale**



# Si tratta di un problema di scelte



**PERCHE' IL BAMBINO PIANGE DI FRONTE  
ALLA SCELTA DI UNO DEI TANTI GIOCATTOLI?**



# **COSA COMPORTA SCEGLIERE ?**

**Scegliere non vuol dire solo ricercare la migliore soluzione per un dato problema**

**Questo è un classico approccio ingegneristico assunto anche dagli economisti e dai decisori politici (almeno si spera)**

**Scegliere vuol dire sapere a cosa si rinuncia, cioè cosa non potremo fare o acquisire o godere perché abbiamo fatto una data scelta**

**Per questo è indispensabile trovare le soluzioni che garantiscano un dato obiettivo di mobilità in termini comparativi e sapendo a cosa si rinuncia.**

**Per questo è necessario individuare le giuste relazioni tra obiettivi di mobilità, uso del territorio e risorse disponibili e sapere a cosa si rinuncia**

**UNO SCENARIO PROBLEMATICO DI CUI TENERE CONTO: L'ELEVATO  
COSTO DEL TRASPORTO PRIVATO PER LE FAMIGLIE**

**ANALISI DEI COSTI DELLE AUTO E DELLE  
MOTO IN ITALIA SOSTENUTI DALLE  
FAMIGLIE**

**IN ITALIA LE FAMIGLIE ITALIANE SPENDONO 181 MILIARDI DI EURO PER LA GESTIONE  
DEL PROPRIO PARCO AUTOVETTURE – LO STATO INCASSA 64,5 MILIARDI**

<b>COSTO ANNUALE DI USO E POSSESSO DI UN'AUTO MEDIA- RIF ANNO 2013</b>						
<b>(autovetture circolanti 38 milioni)</b>					<b>INCASSI STATO</b>	
<b>VOCI DI SPESA</b>	<b>VALORI DI RIFERIMENTO</b>	<b>COSTO ANNUALE</b>	<b>COSTO ITALIA</b>	<b>%</b>	<b>€</b>	
<b>ACQUISTO e INTERESSI (ammortamento in 13 anni)</b>	€ 18.000,00	€ 1.384,62	€ 52.615.384.615,38	22%	€ 11.575.384.615,38	
<b>ASSICURAZIONE</b>		€ 800,00	€ 30.400.000.000,00	22%	€ 6.688.000.000,00	
<b>TASSA POSSESSO</b>		€ 250,00	€ 9.500.000.000,00	100%	€ 9.500.000.000,00	
<b>PERCORRENZE km</b>	12.000		€ -			
<b>CONSUMO (km/litro)</b>	14,00		€ -			
<b>COSTO CARB</b>	€ 1,65		€ -			
<b>SPESE CARB</b>		€ 1.414,29	€ 53.742.857.142,86	57%	€ 30.633.428.571,43	
<b>MANUTENZIONE</b>		€ 500,00	€ 19.000.000.000,00	10%	€ 1.900.000.000,00	
<b>PARCHEGGIO e Ricovero</b>		€ 200,00	€ 7.600.000.000,00	10%	€ 760.000.000,00	
<b>PEDAGGI (0,075 €/km)</b>	2.191	€ 164,35	€ 6.245.325.000,00	22%	€ 1.373.971.500,00	
<b>MULTE CODICE STRADA</b>		€ 52,63	€ 2.000.000.000,00	100%	€ 2.000.000.000,00	
	<b>TOTALE</b>	<b>€ 4.765,88</b>	<b>€ 181.103.566.758,24</b>	<b>36%</b>	<b>€ 64.430.784.686,81</b>	
					<b>€ 181.103.566.758,24</b>	
					<b>36%</b>	

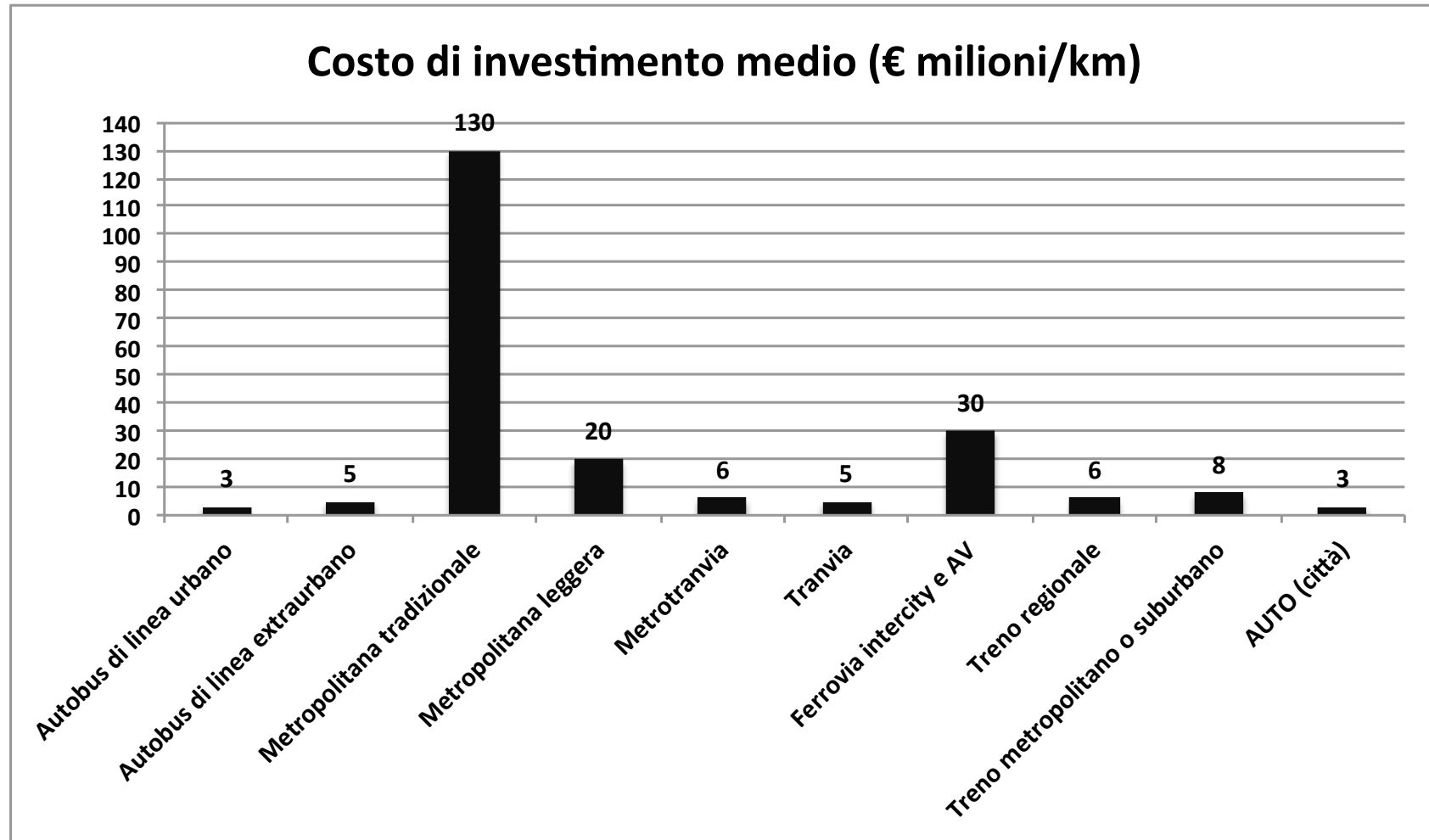
**LA SOLA GESTIONE DEL PARCO MOTOCICLI IN ITALIA COSTA ALLE FAMIGLIE ITALIANE  
12,6 MILIARDI DI EURO**

<b>COSTO ANNUALE MOTO</b>							rif. anno 2013
Motoveicoli circolanti	7.000.000,00					INCASSI STATO	
				COSTO ANNUALE	COSTO ITALIA	%	€
ACQUISTO	€ 4.000,00	AMMORTAMENTO IN 8 ANNI	8	€ 500,00	€ 3.500.000.000,00	22%	€ 770.000.000,00
ASSICURAZIONE				€ 300,00	€ 2.100.000.000,00	22%	€ 462.000.000,00
TASSA POSSESSO				€ 40,00	€ 280.000.000,00	100%	€ 280.000.000,00
PERCORRENZE	8.000	KM					
CONSUMO	20,00	KM/LITRO					
COSTO CARB	€ 1,65						
SPESE CARB				€ 660,00	€ 4.620.000.000,00	57%	€ 2.633.400.000,00
MANUTENZIONE				€ 300,00	€ 2.100.000.000,00	11%	€ 231.000.000,00
	<b>TOTALE</b>	<b>Costo annuale</b>		<b>€ 1.800,00</b>	<b>€ 12.600.000.000,00</b>		<b>€ 4.376.400.000,00</b>

**NOTA A MARGINE:** *il costo di gestione delle sole moto è equivalente al costo totale che il paese spende per il TPL (ferrovie regionali e sistema BUS) comprendendo le tariffe pagate dagli utenti e i contributi pubblici*

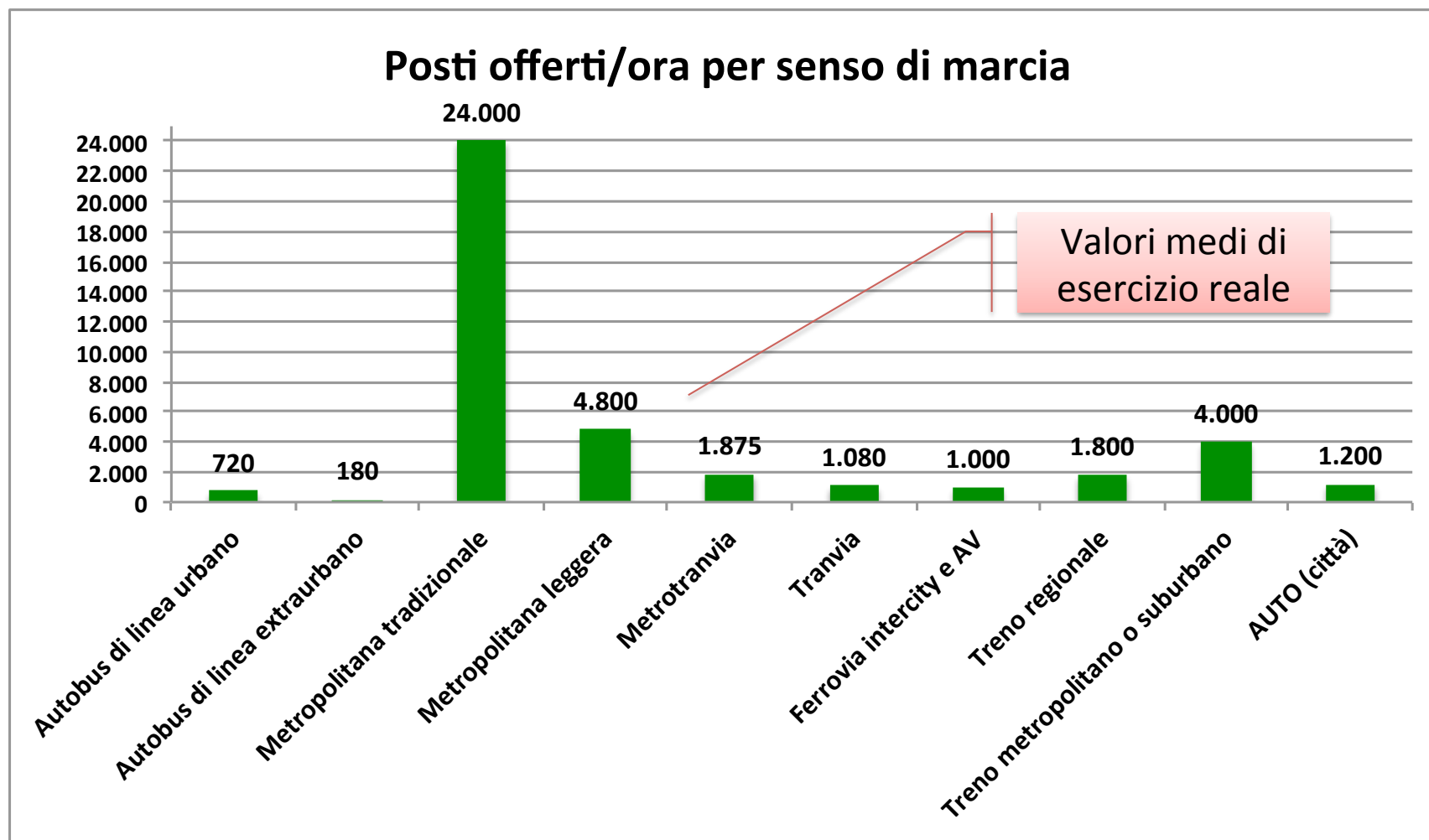


## QUALI INVESTIMENTI NEI TRASPORTI CI POSSIAMO PERMETTERE ?



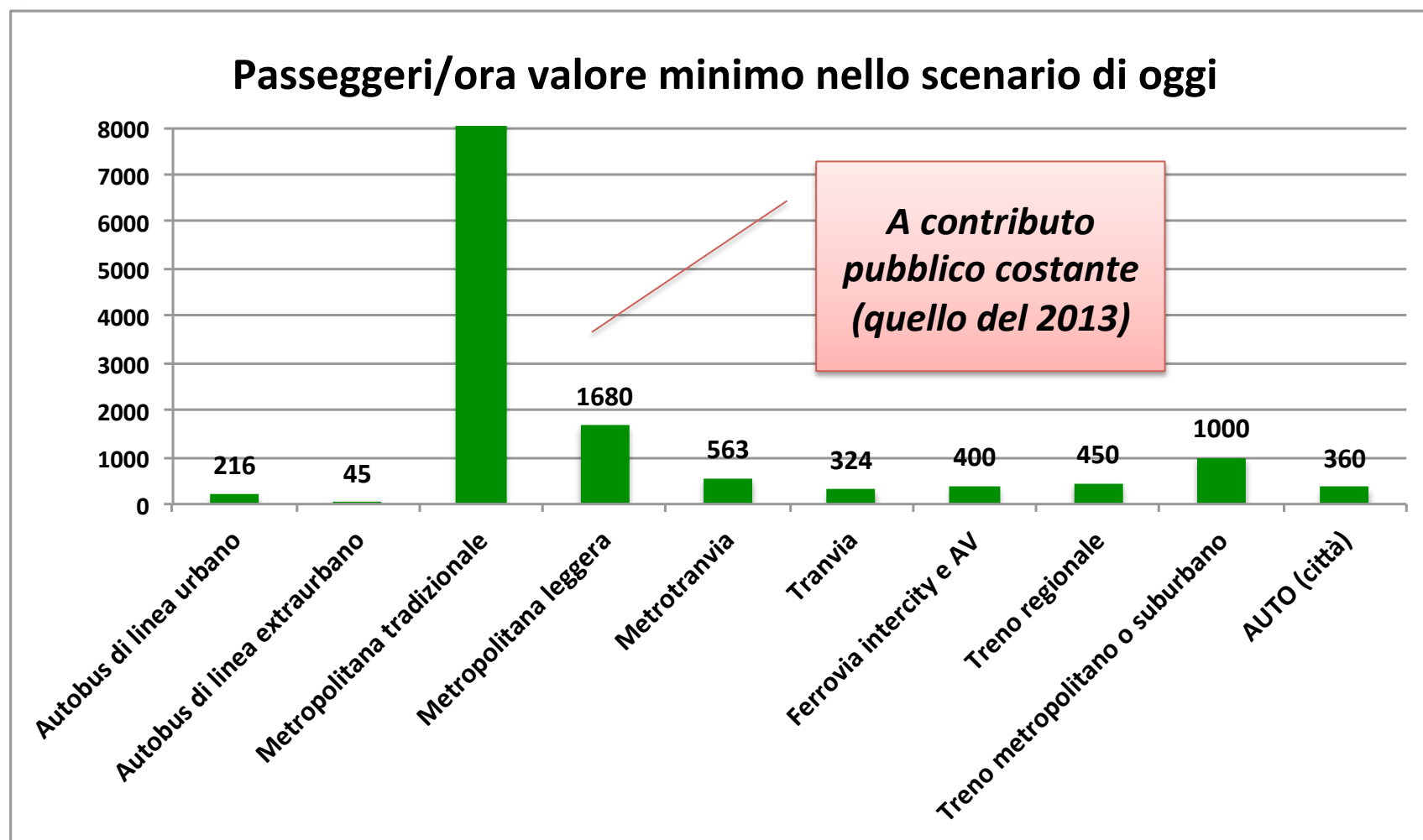
**Nota:** *Per i sistemi su strada si è assunto un costo relativo all'impegno di una corsia stradale anche se usata in promiscuo con altri veicoli. In genere si sottovalutano tali costi infrastrutturali per i sistemi stradali dandoli per scontati !*

## CAPACITA' DEI SISTEMI DI TRASPORTO



***Nota: il calcolo è effettuato considerando un riempimento teorico pari al 100% che come è noto è invece molto modesto per tutti i sistemi, compresa l'auto***

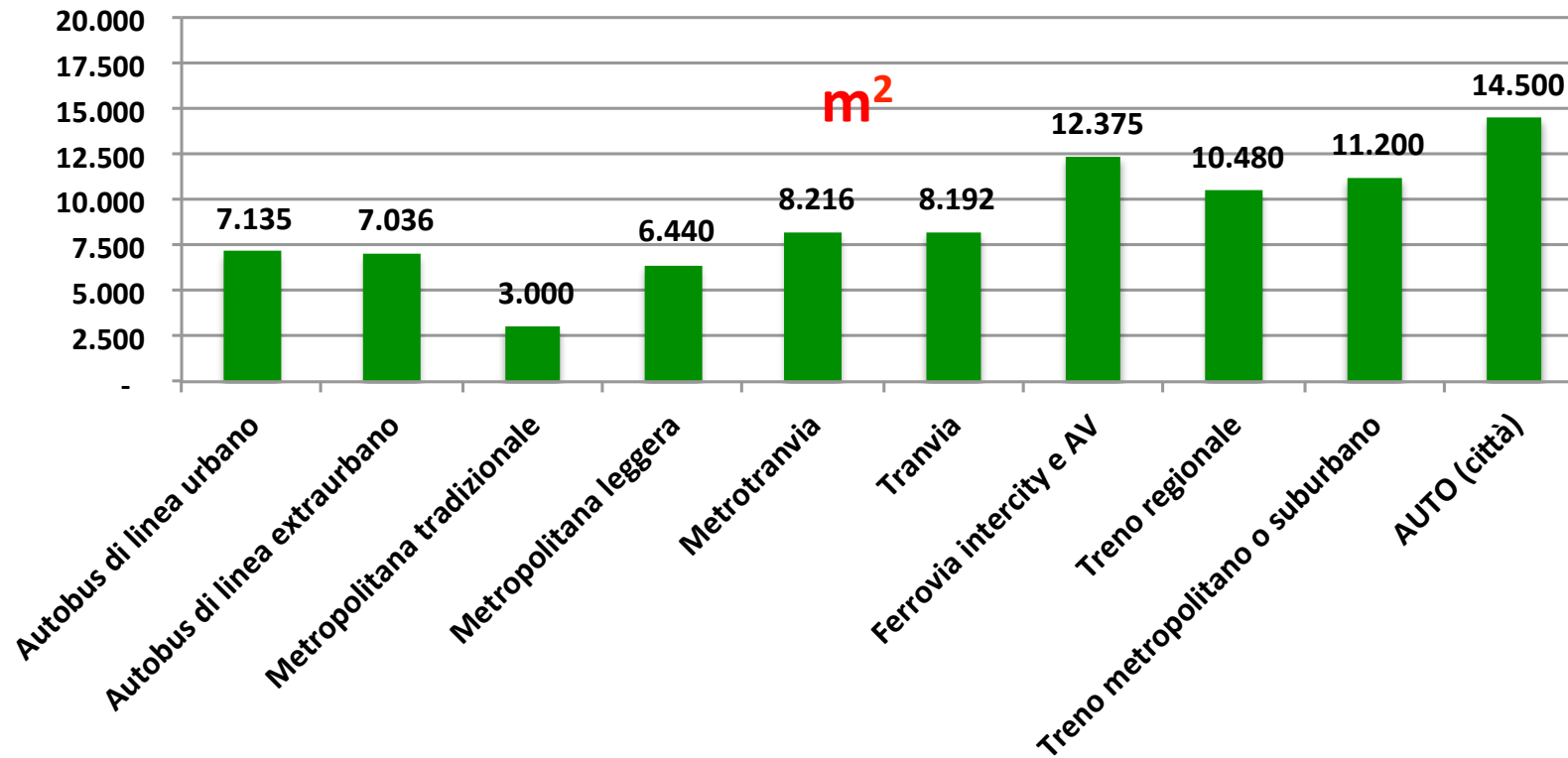
## QUANTI PASSEGGERI SONO NECESSARI PER COPRIRE ALMENO IL 35% DEL COSTI



***Nota: Valori di INPUT = posti offerti dai sistemi e ripartizione modale attuale.  
OUTPUT: i passeggeri necessari ad ottenere almeno quel valore di flusso modale.  
Questi valori sono il minimo ammissibile in presenza del 65% di contributo pubblico***

I sistemi di trasporto non sono equivalenti rispetto al consumo di territorio

### SUPERFICIE TOTALE impegnata x 1 km del sistema (m<sup>2</sup>) infrastrutture lineari, fermate, stazioni)



*Nota: si sono stimati gli spazi necessari per le infrastrutture di collegamento e per la sosta (park auto, fermate bus/tram, stazioni ferroviarie) con riferimento ad un arco lungo un km*

La ricerca universitaria può avere un ruolo ?

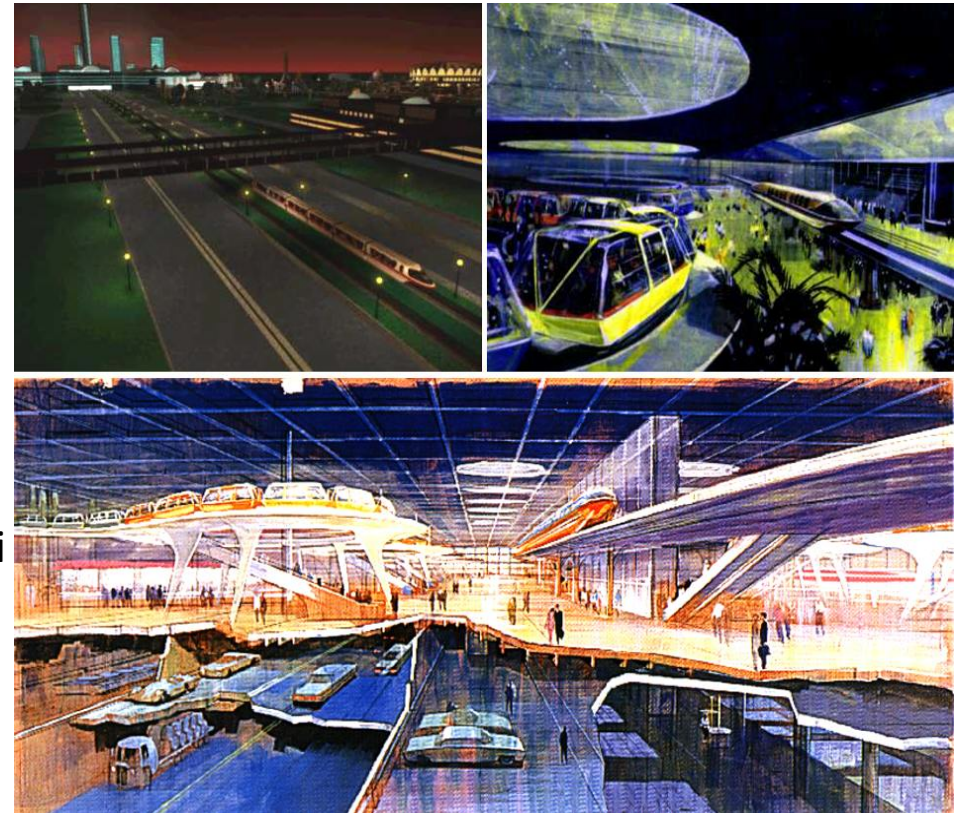
**LA RICERCA PUO' AVERE UN RUOLO SE SA  
CONFRONTARSI CON LA COMPLESSITA' E IL  
PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE!**

## Superare il concetto di progettazione solo come opera di ingegneria ed architettura

- La complessità del reale e la natura probabilistica dei fenomeni richiede la capacità di:
  - Analizzare
  - Interpretare
  - Valutare
  - Risolvere

Occorre essere consapevoli che la stessa descrizione dello “*stato di fatto*” è culturalmente orientata e gli strumenti sono storicamente determinati (*Magnani*)

Il progetto infrastrutturale può superare i suoi limiti e rispondere agli obiettivi solo se è un ***progetto di sistema e non un progetto di un'opera***



## Gli stati del mondo (scenari reali)

- L'analisi evidenzia:
  - **Costi elevati** e molto superiori alle previsioni progettuali,
  - **Tempi lunghi** di programmazione ed esecuzione e interruzione traumatica dei processi realizzativi,
  - **Un processo tecnocratico** di scelta delle priorità imperfetto, auto-referenziale, semplice sintesi di un compromesso tra istituzioni.
  - **Risultato: uno scenario irrealistico per la programmazione nazionale**



## Un progetto di qualità richiede ...

- **Partire dalla domanda e non perseguire una semplice politica di offerta**
- **Disporre di strumenti di analisi complessi** in grado di valutare le componenti “probabilistiche” dei fenomeni in gioco
- **Conoscere le esigenze della mobilità** e saper rispondere con azioni e progetti di sistema, capaci di integrare le reti di mobilità attraverso servizi di trasporto connessi e coordinati,
- **Definire i progetti come strumenti** necessari solo se capaci di rispondere alle esigenze di mobilità: strumenti e non oggetti.

**In tal modo territorio, paesaggio, cittadini diventano elementi integrati di un unico progetto sociale di soddisfacimento dei bisogni reali di mobilità e di vita di relazione.**



## Come si valuta se un progetto è di qualità?

- Se risponde alle **esigenze di mobilità** dei cittadini
- Se è un elemento di un **sistema integrato** di reti, relazioni, servizi
- Se ha superato il **principio di emergenza** attribuito al “ritardo infrastrutturale” proclamato e mai dimostrato
- Se ha superato i **vincoli delle tecnologie** di progetto (i software degli ingegneri)
- Se è **innovativo** nel senso che sa dare risposte alla **complessità** ed all’utilità sociale delle differenti categorie di cittadini (*La città dei ricchi e la città dei poveri di B. Secchi*)



## Chi valuta se un progetto è di qualità e come superare i vincoli esistenti

- La qualità di un progetto deve essere valutata dai suoi **fruitori**, come la qualità di un qualsiasi prodotto industriale
- Ma i **fruitori si suddividono** per sensibilità ai problemi e in categorie spesso contrapposte
- **La committenza** è del tutto legata ad una **programmazione per progetti** (*ed alle relative fonti di finanziamento*),
- Gli obiettivi sociali sono definiti attraverso “**delibere politiche**”
- **L’università** dovrebbe essere l’unico luogo dove oggi si possa progettare in assenza di vincoli esterni



Il confronto sociale tra alternative e metodi di ricerca dovrebbe avviare un **nuovo processo di consenso** e la riunificazione senza sospetti tra cittadini ed esperti: **i nuovi progettisti**