

***Istituto Superiore di Sanità  
Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica***

**Modello matematico di previsione  
di impatto della vaccinazione  
contro la varicella**

***Donatella Mandolini  
Reparto Malattie Infettive***

# Obiettivi

- E' opportuno avviare un programma di vaccinazione di massa contro la varicella?
- Quale strategia vaccinale scegliere?

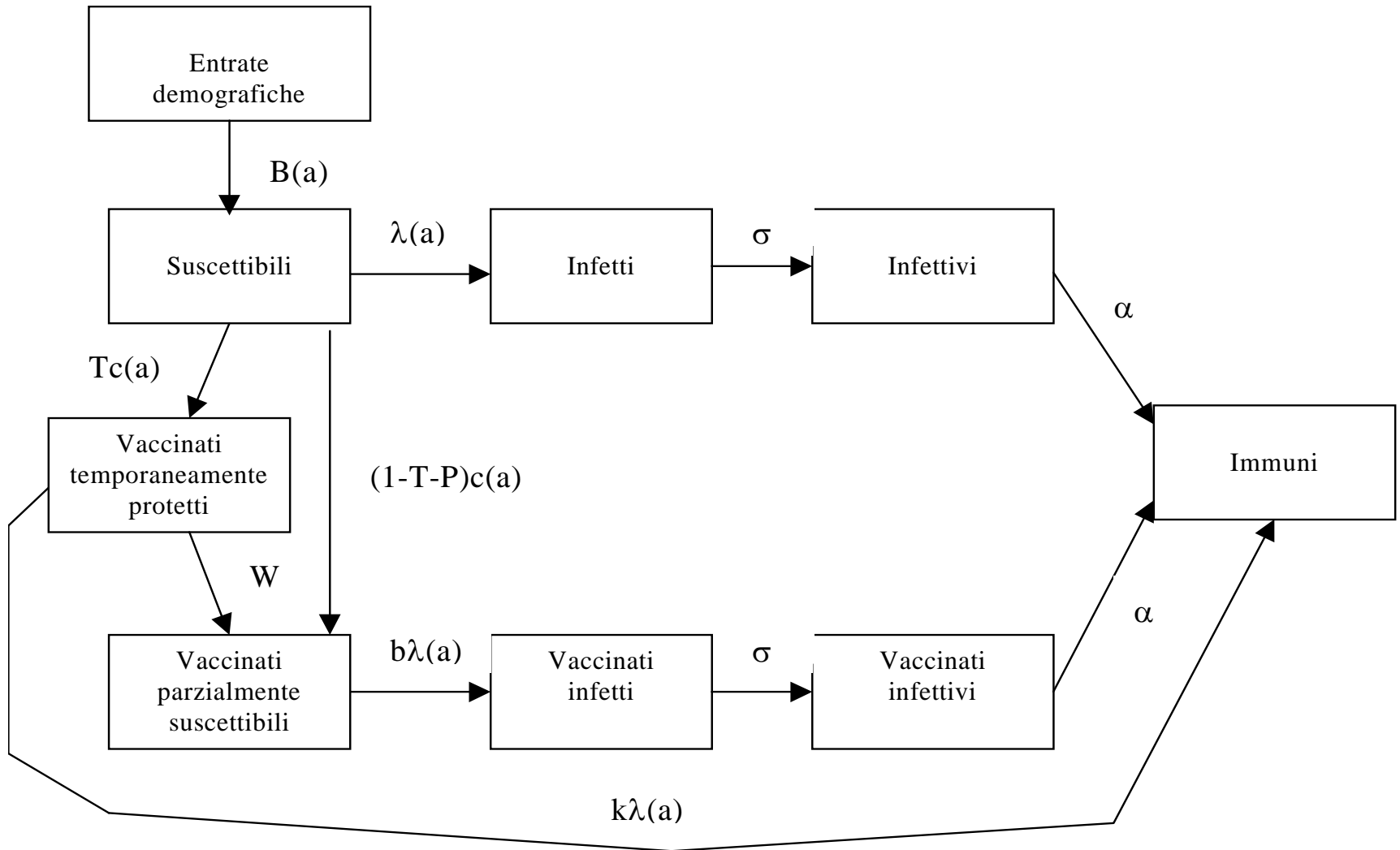
# Effetti della vaccinazione nell'infanzia

- Riduzione del numero di individui infetti (riduzione del rischio di infezione)
- Possibile incremento di individui suscettibili tra gli adulti
- Possibile incremento del numero di casi tra gli adulti (innalzamento dell'età di infezione)

# Varicella

- Agente infettivo: Virus Varicella Zoster
- Serbatoio: Uomo
- Trasmissione per via aerea e per contatto diretto
- Elevata contagiosità
- Incidenza annuale stimata 1%
- Conferisce immunità permanente
- Il virus rimane latente nei gangli nervosi
- La riattivazione del virus provoca l'Herpes Zoster

# Modello deterministico compartimentale



# Principali assunzioni del modello matematico

- Popolazione stabile
  - n.1500 nuovi nati al giorno
  - mortalità nulla fino a 65 anni di età
  - assenza di fenomeni migratori
- Nessun impatto su Zoster
- Copertura vaccinale uniforme sul territorio
- Efficacia vaccinale 93%
- Immunità vaccinale pressochè permanente/non permanente (ogni anno il 3% perde protezione)

# Forza d'infezione $\lambda(a)$

- Tasso a cui individui suscettibili di una certa classe di età si infettano
- Valore stimato dai risultati di sieroprevalenza
- Permette la stima delle probabilità di contatto utile tra individui infettivi e suscettibili delle diverse classi di età

---

<b>Forza d'infezione annuale <math>\lambda(a)</math> per classi di età:</b>	<b>Valori</b>
---	---------------

---

<b>0-2</b>	<b>anni</b>	<b>0,10</b>
<b>3-5</b>	<b>“</b>	<b>0,08</b>
<b>6-10</b>	<b>“</b>	<b>0,14</b>
<b>11-19</b>	<b>“</b>	<b>0,11</b>
<b>20-24</b>	<b>“</b>	<b>0,10</b>
<b>25-44</b>	<b>“</b>	<b>0,07</b>
<b>45-64</b>	<b>“</b>	<b>0,07</b>
<b>&gt;64</b>	<b>“</b>	<b>0,07</b>

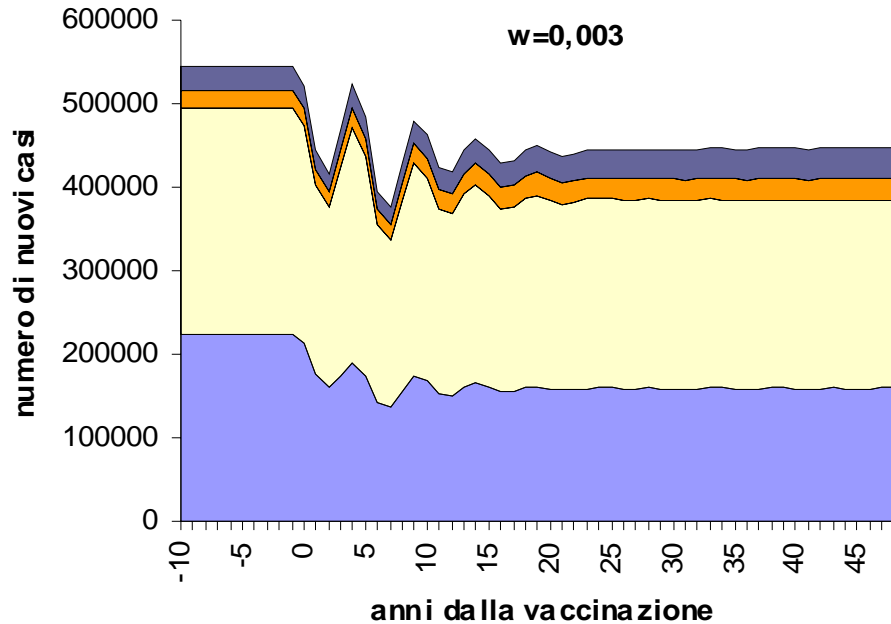
---



# Distribuzione per età dei casi di varicella previsti dal modello in epoca pre-vaccinale

<b>CLASSI ETA'</b>	<b>%</b>	<b>n.casi annuali</b>
<b>&gt;24</b>	<b>5%</b>	<b>28552</b>
<b>19-24</b>	<b>4%</b>	<b>21923</b>
<b>5-18</b>	<b>50%</b>	<b>269448</b>
<b>0-4</b>	<b>41%</b>	<b>224089</b>
<b>totale</b>	<b>100%</b>	<b>544012</b>

# Scenario 1: vaccinazione a 1 anno di età con copertura 20%



**Riduzione totale dei casi del 18%**

## Casi prevenuti

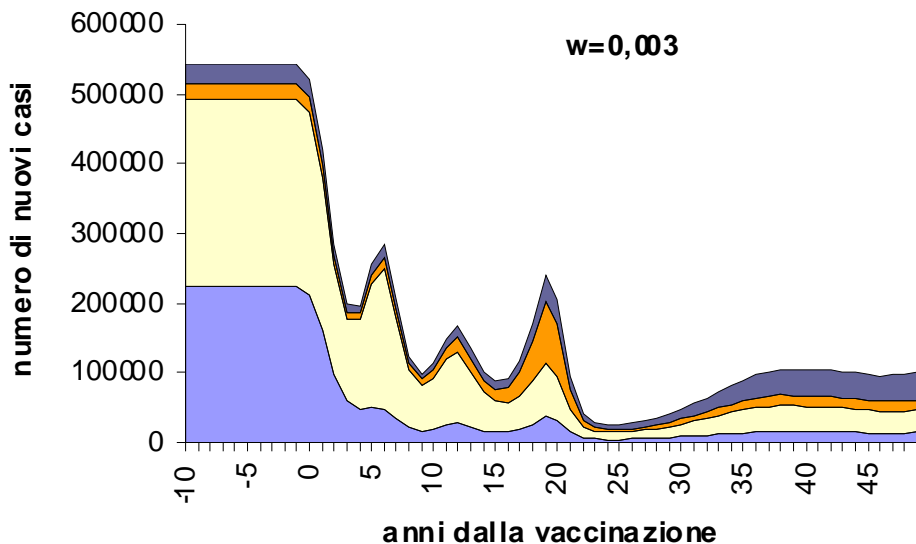
CLASSI ETA'

W=0,003

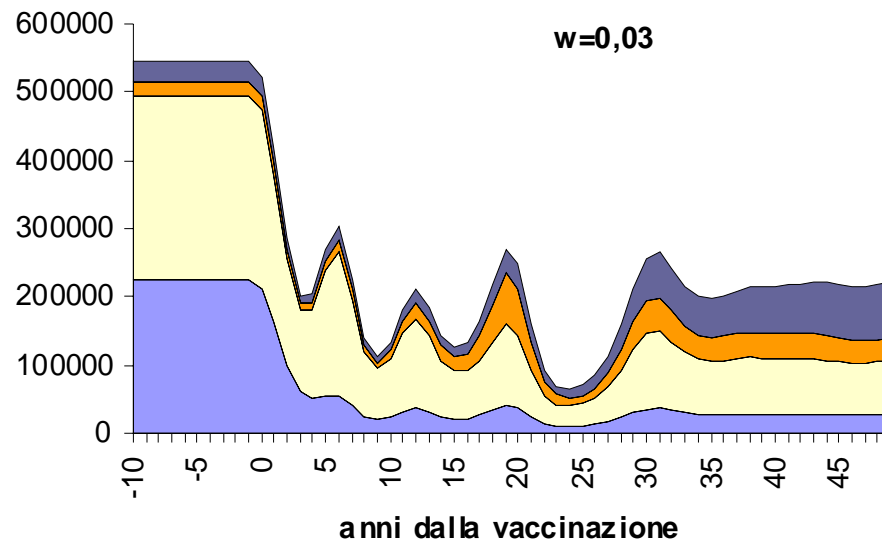
>24	-9174
19-24	-3115
5-18	44094
0-4	64899
<b>totale</b>	<b>96704</b>

# Scenario 2: vaccinazione a 1 anno di età con copertura progressiva

## 20% 30% 80%



**Riduzione totale del 82%**



**Riduzione totale del 59%**

### Casi prevenuti

### CLASSI ETA'

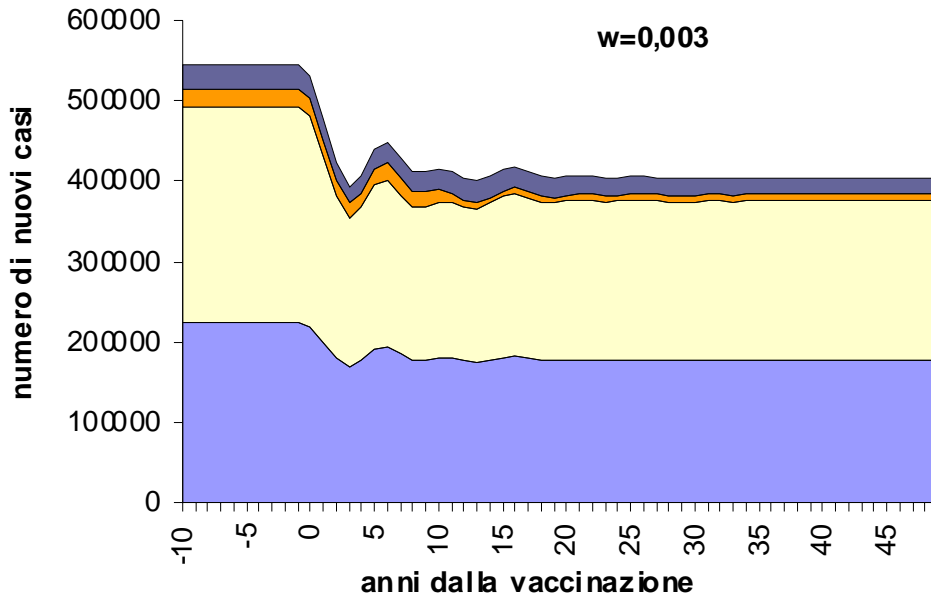
W=0,003

W=0,03

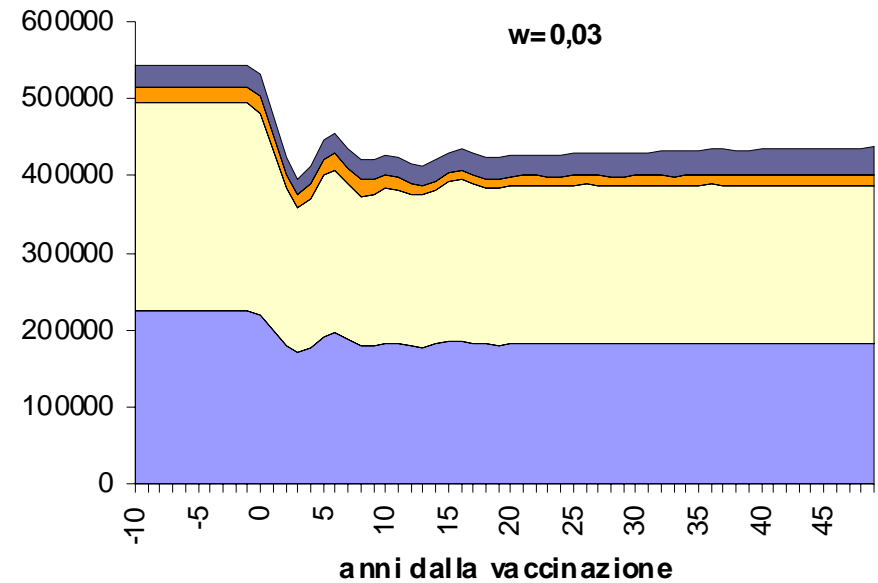
>24	-11771	-54899
19-24	8259	-10809
5-18	237438	190711
0-4	209760	196113
<b>totale</b>	<b>443686</b>	<b>321116</b>

# Scenario 3: vaccinazione a 12 anni con copertura progressiva

## 30% 50% 80%



**Riduzione totale del 26%**



**Riduzione totale del 20%**

**Casi prevenuti**

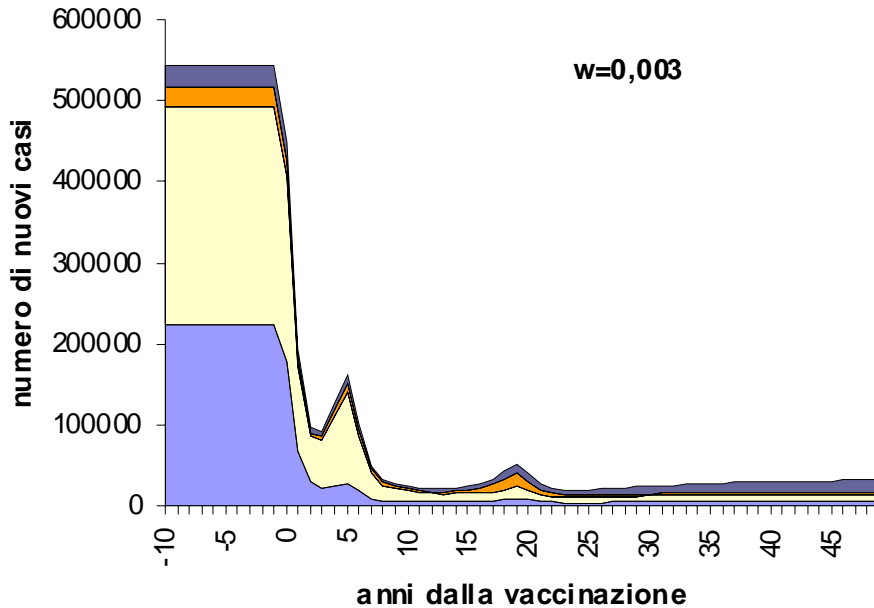
**CLASSI ETA'**

**W=0,003**

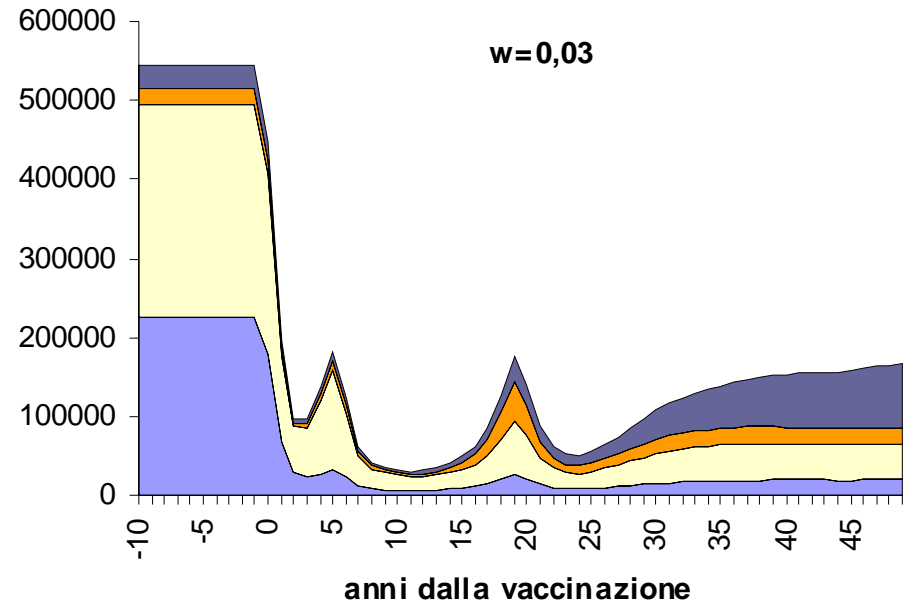
**W=0,03**

<b>&gt;24</b>	<b>9055</b>	<b>-7581</b>
<b>19-24</b>	<b>13571</b>	<b>8978</b>
<b>5-18</b>	<b>70140</b>	<b>64109</b>
<b>0-4</b>	<b>48189</b>	<b>41948</b>
<b>totale</b>	<b>140955</b>	<b>107454</b>

# Scenario 4: vaccinazione a 1 anno di età con copertura 80% e a 12 anni con copertura 50%



**Riduzione totale del 94%**



**Riduzione totale del 69%**

## Casi prevenuti

### CLASSI ETA'

W=0,003

W=0,03

>24	12800	-53256
19-24	19017	2265
5-18	260206	224291
0-4	218909	204653
<b>totale</b>	<b>510932</b>	<b>377953</b>

# Incertezze

- Quanto dura la protezione vaccinale, con ridotta circolazione virale?
- I vaccinati possono sviluppare lo zoster?
- Come si modifica la distribuzione dello zoster, in assenza di booster naturali?
- Quanto pesano i casi adulti che aumenteranno in futuro?
- Qual è lo scenario di copertura più verosimile?

# Conclusioni

- Perché sia efficace a livello di popolazione bisogna avere coperture vaccinali elevate
- Se le coperture sono basse si rischiano effetti indesiderati
- I modelli matematici sono strumenti utili nella definizione della strategia vaccinale