

Parametrizzazione di R_t COVID-19 nelle regioni italiane su mobilità e compliance della popolazione alle norme di igiene e sicurezza.

Max Pierini

*info@maxpierini.it
nCoV website

June 16, 2020

1 Introduzione

Nel Report 20 [1] l'Imperial College presenta un esempio di parametrizzazione di R_t di casi di COVID-19 nelle regioni italiane sulla mobilità google [2] regionale e utilizzando i dati del Dipartimento di Protezione Civile [3].

La parametrizzazione di R_t sulla mobilità nazionale è, come si puntualizza nel Report stesso, incompleta non tenendo conto delle misure contenitive (uso di mascherine, igiene personale, distanziamento sociale, ecc) e della conformità della popolazione a tali regole (*compliance*). Inoltre, attualmente la mobilità nazionale e regionale è tornata a livello della baseline pre-lockdown, dunque sono più verosimili scenari di previsione con decremento della compliance piuttosto che incremento della mobilità. Si presuppone che, data la generalmente buona compliance, i risultati siano meno “pessimisti” rispetto alla parametrizzazione sulla sola mobilità.

Si presenta un tentativo di estensione del Report 20 per parametrizzare R_t anche sulla compliance della popolazione alle norme di igiene e sicurezza.

2 Dati

Saranno usati i dati aggiornati al 14 Giugno 2020 di Google mobility [2], YouGov [4] e Dipartimento di Protezione Civile [3].

I risultati dei sondaggi di YouGov sulla *compliance* della popolazione italiana alle misure di cui sopra saranno utilizzati per la parametrizzazione di R_t sulla *compliance*.

Useremo i seguenti risultati:

- Worn mask outside
- Washed hands frequently
- Used hand sanitiser
- Covered your nose and mouth when sneezing or coughing
- Avoided contact with people who have symptoms
- Avoided going out in general
- Avoided going to hospital or other
- Avoided taking public transport
- Avoided working outside your home
- Avoided letting your children go to school
- Avoided having guests to your home
- Avoided small social gatherings
- Avoided medium-sized social gatherings

- Avoided large-sized social gatherings
- Avoided crowded areas
- Avoided going to shops
- Slept in separate bedrooms
- Eaten separately at home
- Cleaned frequently touched surfaces
- Avoided touching objects in public

I risultati dei sondaggi sono divisi in 9 settimane. Per ciascuna settimana, sono stati effettuati nell'arco di circa 3 giorni. Pertanto sceglieremo il giorno centrale come indicativo, aggiungendo una "settimana 0" all'inizio che coincida coi primi dati raccolti dal DPC:

- week 0 = 2020-02-04
- week 1 = 2020-04-03 (soggetti 1000)
- week 2 = 2020-04-08 (soggetti 1004)
- week 3 = 2020-04-16 (soggetti 1001)
- week 4 = 2020-04-25 (soggetti 1000)
- week 5 = 2020-05-01 (soggetti 1005)
- week 6 = 2020-05-07 (soggetti 997)
- week 7 = 2020-05-14 (soggetti 1004)
- week 8 = 2020-05-28 (soggetti 1000)
- week 9 = 2020-06-10 (soggetti 1011)

Le risposte sono di tipo nominale, assegneremo perciò un valore numerico da -1 a 1, dal comportamento meno conforme (Not at all) al più conforme (Always), per simulare la variazione intorno ad una baseline come accade per i dati della mobilità google

- -1.00 = Not at all
- -0.50 = Rarely
- 0.00 = Sometimes
- 0.50 = Frequently
- 1.00 = Always

Essendo la maggior parte delle domande relative a comportamenti non abituali in assenza di un'emergenza epidemiologica e non avendo a disposizione (attualmente) sondaggi su questo tipo di comportamenti in situazioni di normalità, assumeremo in via del tutto preliminare come baseline 0.00 (Sometimes) per tutti i parametri, anche se per alcuni di loro sarebbe forse più corretto scegliere una baseline superiore o inferiore essendo comportamenti altamente inusuali in circostanze normali (come indossare una mascherina all'esterno) o pratiche verosimilmente comuni (come lavarsi spesso le mani). Assegneremo il valore della baseline 0.00 al primo giorno della settimana 0.

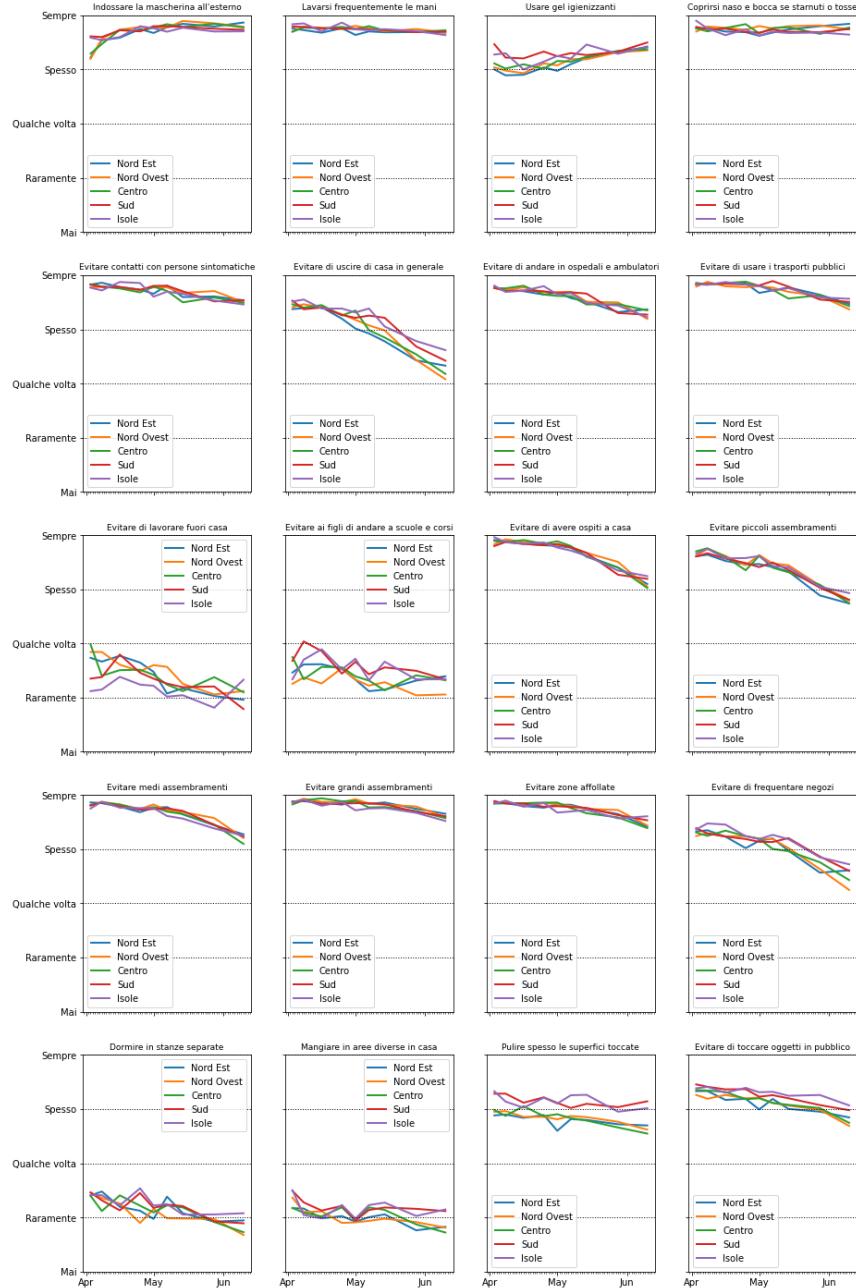


Figure 1: Media per zone dei dati raccolti dai sondaggi.

I dati **non** sono divisi per regione ma per zona (North East, North West, Centre, South, Islands):

North west (soggetti: 2426)

- Aosta
- Liguria
- Lombardy
- Piedmont

North east (soggetti: 1738)

- Emilia-Romagna
- Friuli-Venezia_Giulia
- Trento
- Bolzano
- Veneto

Centre (soggetti: 1797)

- Lazio
- Marche
- Tuscany
- Umbria

South (soggetti: 2089)

- Abruzzo
- Apulia
- Basilicata
- Calabria
- Campania
- Molise

Islands (soggetti: 972)

- Sardinia
- Sicily

Inizialmente, data la scarsa differenza tra le zone (figura 1), assegneremo la media nazionale di ciascuna settimana a tutte le regioni (figura 2). Sarà auspicabile, successivamente, utilizzare sondaggi regionali più dettagliati.

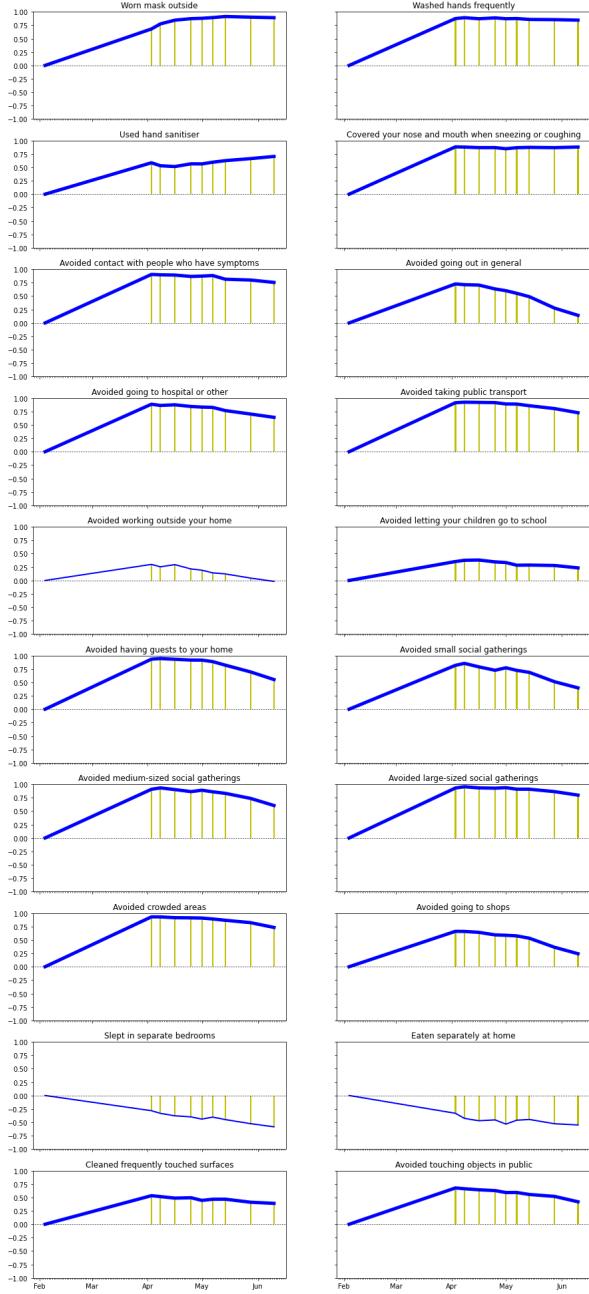


Figure 2: Media nazionale dei dati raccolti dai sondaggi. Le linee verticali gialle indicano i giorni dei risultati.

Vista la discontinuità dei dati raccolti, effettueremo un'interpolazione dei dati con metodo polinomiale di secondo grado per ottenere una stima dei valori giornalieri sull'intero periodo a partire dalla “settimana 0” (figura 3).

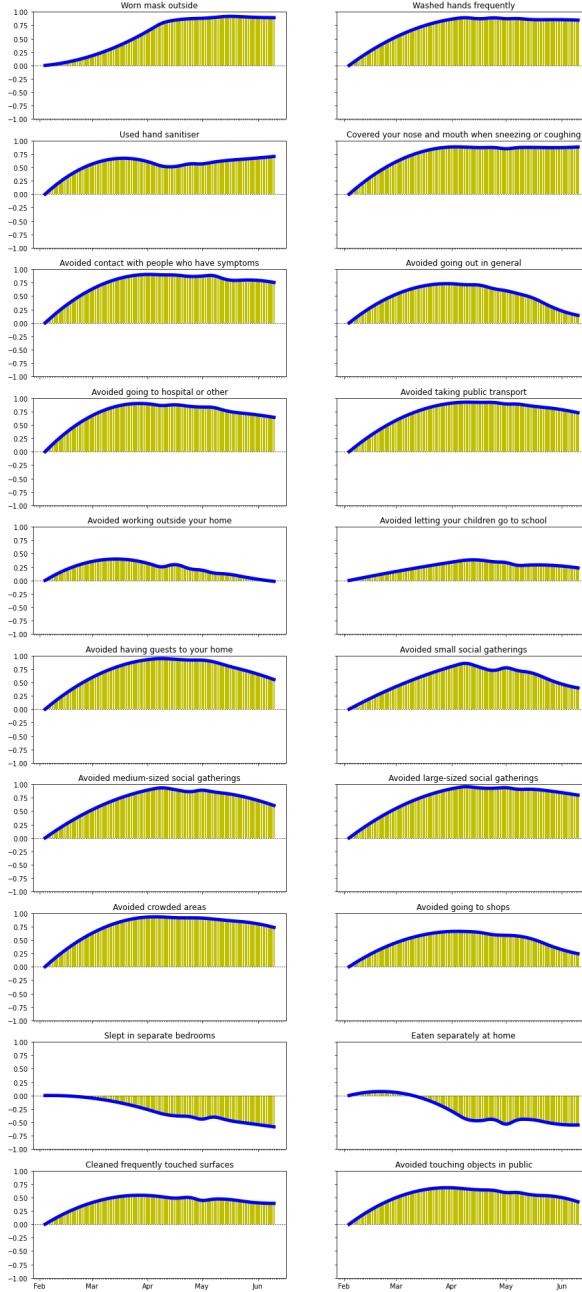


Figure 3: Dati interpolati con metodo polinomiale di secondo grado.

Dato il considerevole numero di parametri (20) per ridurre il più possibile lo spazio parametrico, raggrupperemo i dati in base all'andamento simile (figura 4).

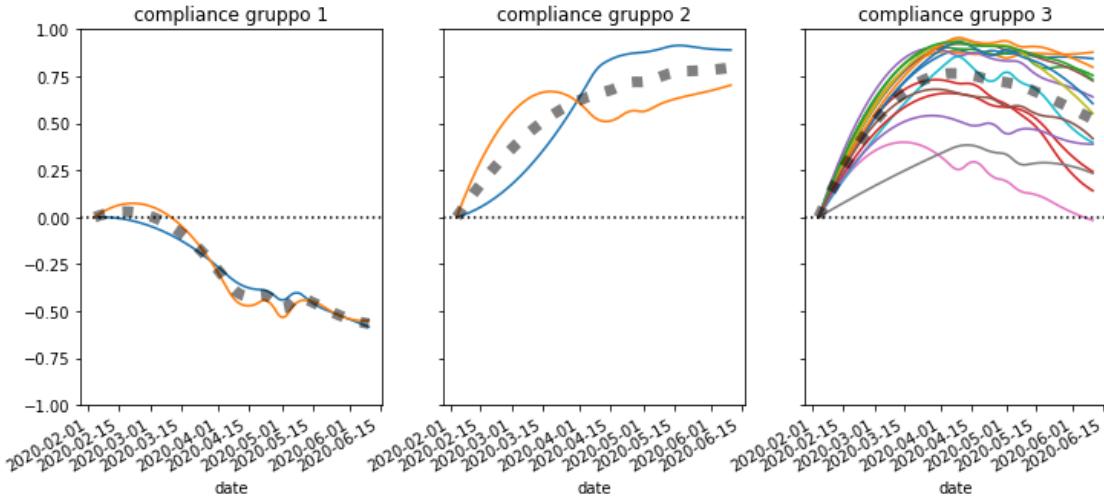


Figure 4: Raggruppamento iniziale per andamento.

Si possono distinguere tre gruppi principali. Useremo la media dei valori dei gruppi (linee tratteggiate scure). Sarà utile successivamente dividere in più gruppi e tener conto anche della distribuzione dei dati così da minimizzare la perdita di informazione.

Compliance gruppo 1 (parametri: 2)

- Slept in separate bedrooms
- Eaten separately at home

Compliance gruppo 2 (parametri: 2)

- Worn mask outside
- Used hand sanitiser

Compliance gruppo 3 (parametri: 16)

- Washed hands frequently
- Covered your nose and mouth when sneezing or coughing
- Avoided contact with people who have symptoms
- Avoided going out in general
- Avoided going to hospital or other
- Avoided taking public transport
- Avoided working outside your home
- Avoided letting your children go to school
- Avoided having guests to your home
- Avoided small social gatherings
- Avoided medium-sized social gatherings
- Avoided large-sized social gatherings
- Avoided crowded areas
- Avoided going to shops
- Cleaned frequently touched surfaces
- Avoided touching objects in public

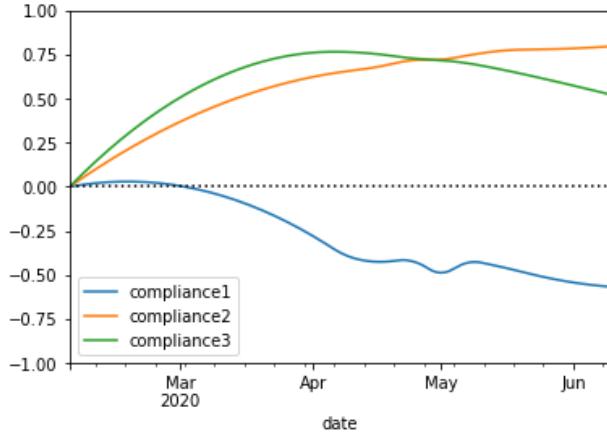


Figure 5: Medie dei gruppi di compliance.

3 Metodo

Il metodo utilizzato nel Report 20 dell'Imperial College [1] si basa su un modello Bayesiano semi-meccanicistico (con processo di campionamento Hamiltonian Monte Carlo, HMC) per stimare l'entità della trasmissione e i tassi d'attacco ci COVID-19 nelle regioni italiane, parametrizzando il numero di riproduzione effettivo R_t sulla mobilità Google. Il modello è schematizzato in figura 6. Per ulteriori dettagli si consulti il già citato Report 20 [1] e il modello in R pubblicato dall'Imperial College su GitHub.

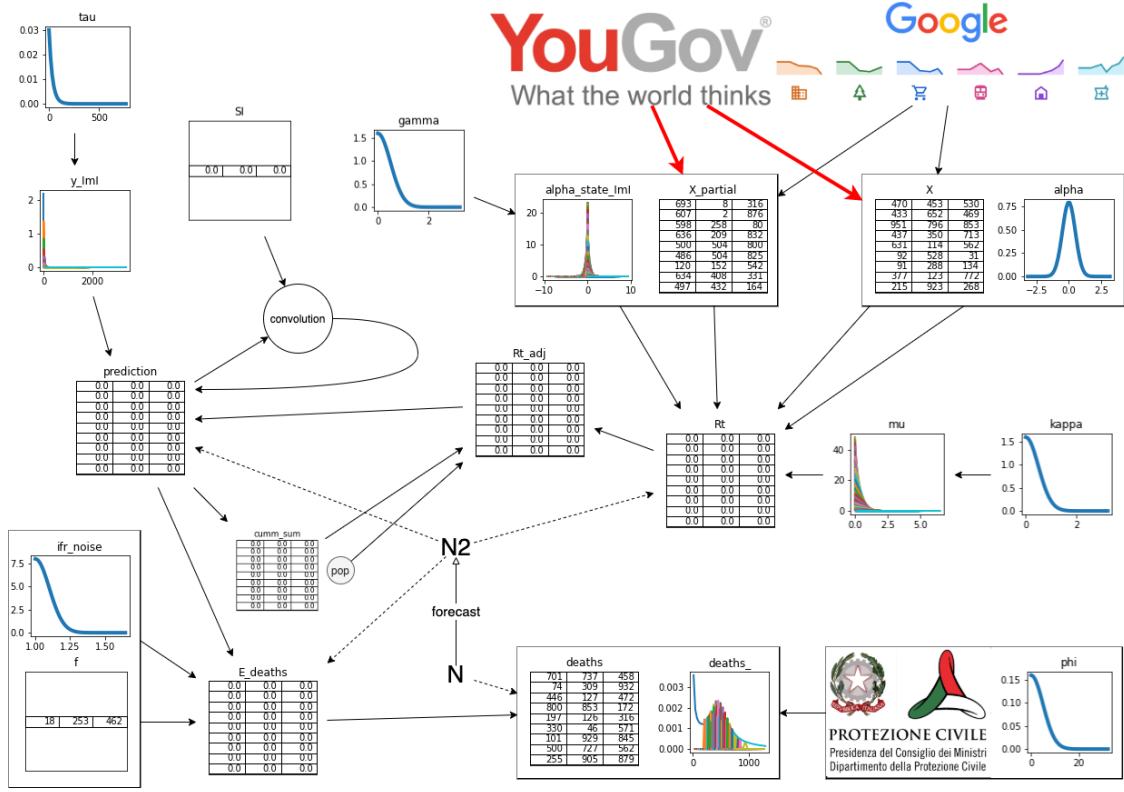


Figure 6: Schema del modello semi-meccanicistico del Report 20 dell'Imperial College. Le frecce rosse indicano la modifica apportata al modello originale.

La parametrizzazione di R_t sulla compliance può essere calcolata usando la medesima funzione lineare utilizzata nel Report 20 per la parametrizzazione sul cambiamento relativo della mobilità

$$R_{t,m} = R_{0,m} \left[2\phi^{-1} \left(- \sum_{k=1}^6 (\alpha_k + \beta_{m,k})(I_{k,t,m}) \right) \right]$$

dove ϕ^{-1} è la funzione sigmoide (logit inversa) e k è il numero di parametri (3 di mobilità e 3 gruppi di compliance). $I_{k,t,m}$ è l'indicatore della mobilità o della compliance del parametro k , al tempo t per la regione m .

La distribuzione a priori per i parametri condivisi, essendo duplicato lo spazio parametrico rispetto al modello originale, avrà deviazioni standard dimezzate rispetto all'originale dove $\sigma = 0.5$

$$\alpha_k \sim \mathcal{N}(0, 0.25)$$

e per i parametri regionali

$$\beta_{m,k} \sim \mathcal{N}(0, \gamma), \gamma \sim \mathcal{N}^+(0, 0.25)$$

mentre la distribuzione a priori di $R_{0,m}$ rimarrà ugualmente

$$R_{0,m} \sim \mathcal{N}(3.28, \kappa), \quad \kappa \sim \mathcal{N}^+(0, 0.5)$$

Il resto del modello è invariato rispetto all'originale del Report 20 tranne per le previsioni, in cui verrà mantenuta costante la mobilità e verrà variata la compliance.

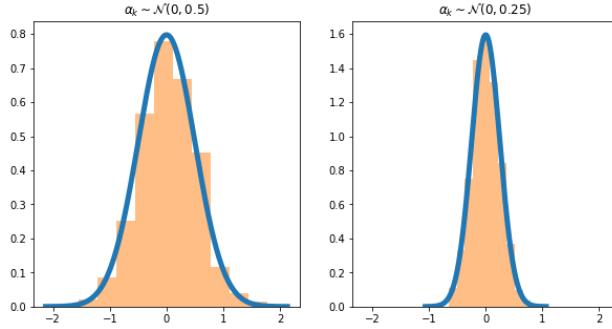


Figure 7: Riduzione della deviazione standard del coefficiente α

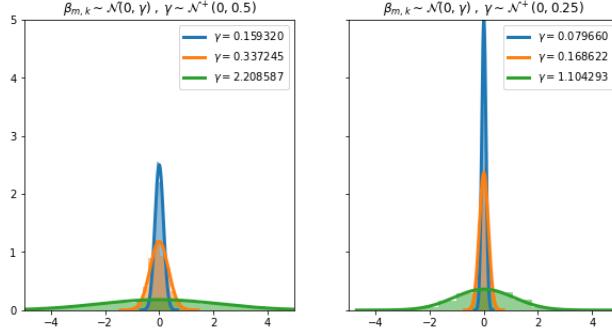


Figure 8: Riduzione della deviazione standard γ del coefficiente β

Perlmamente si effettuerà una parametrizzazione di R_t sulla sola compliance (vedi Section 4.1)

$$R_{t,m} = R_{0,m} \left[2\phi^{-1} \left(- \sum_{k=1}^3 (\alpha_k + \beta_{m,k})(I_{k,t,m}) \right) \right]$$

dove $I_{k,t,m}$ è l'indicatore della compliance del parametro k , al tempo t per la regione m (che, nel caso attuale, è identico per tutte le regioni).

4 Risultati preliminari

I seguenti risultati preliminari sono ottenuti con 4 catene Hamiltonian Monte Carlo da 600 iterazioni ciascuna (300 di warmup) in R con programma **Stan** e non comprendono i tentativi di previsione ma solamente l'analisi dei dati misurati fino al momento attuale.

Le impostazioni minime per risultati accettabili e per previsioni sarebbero di 4 catene HMC da 2000 iterazioni ciascuna (1500 di warmup). Verranno effettuate successivamente Section 6.

Il backend completo, i requisiti di sistema e le istruzioni si possono trovare all'indirizzo [GitHub](#).

4.1 Parametrizzazione sulla sola compliance

I risultati mostrano che la parametrizzazione sulla sola compliance è possibile.

Figure 9 e 10.

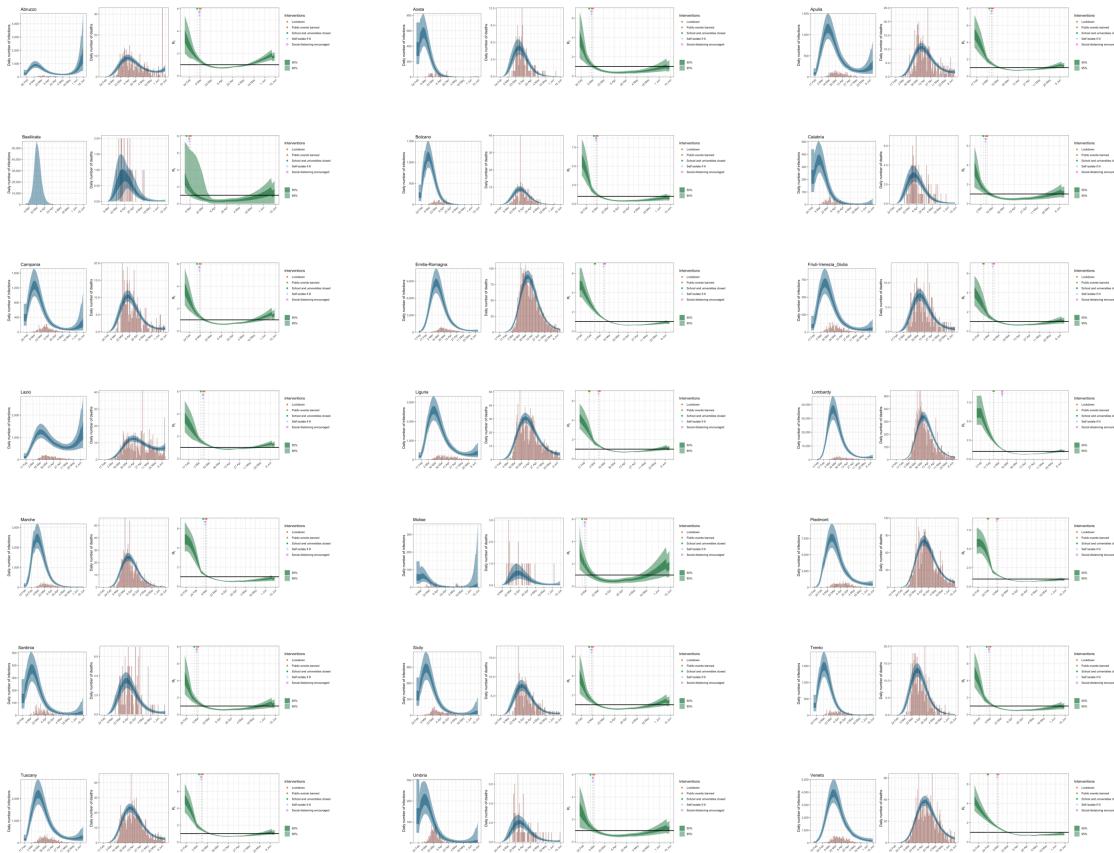


Figure 9: Risultati preliminari di parametrizzazione di R_t sulla sola compliance.

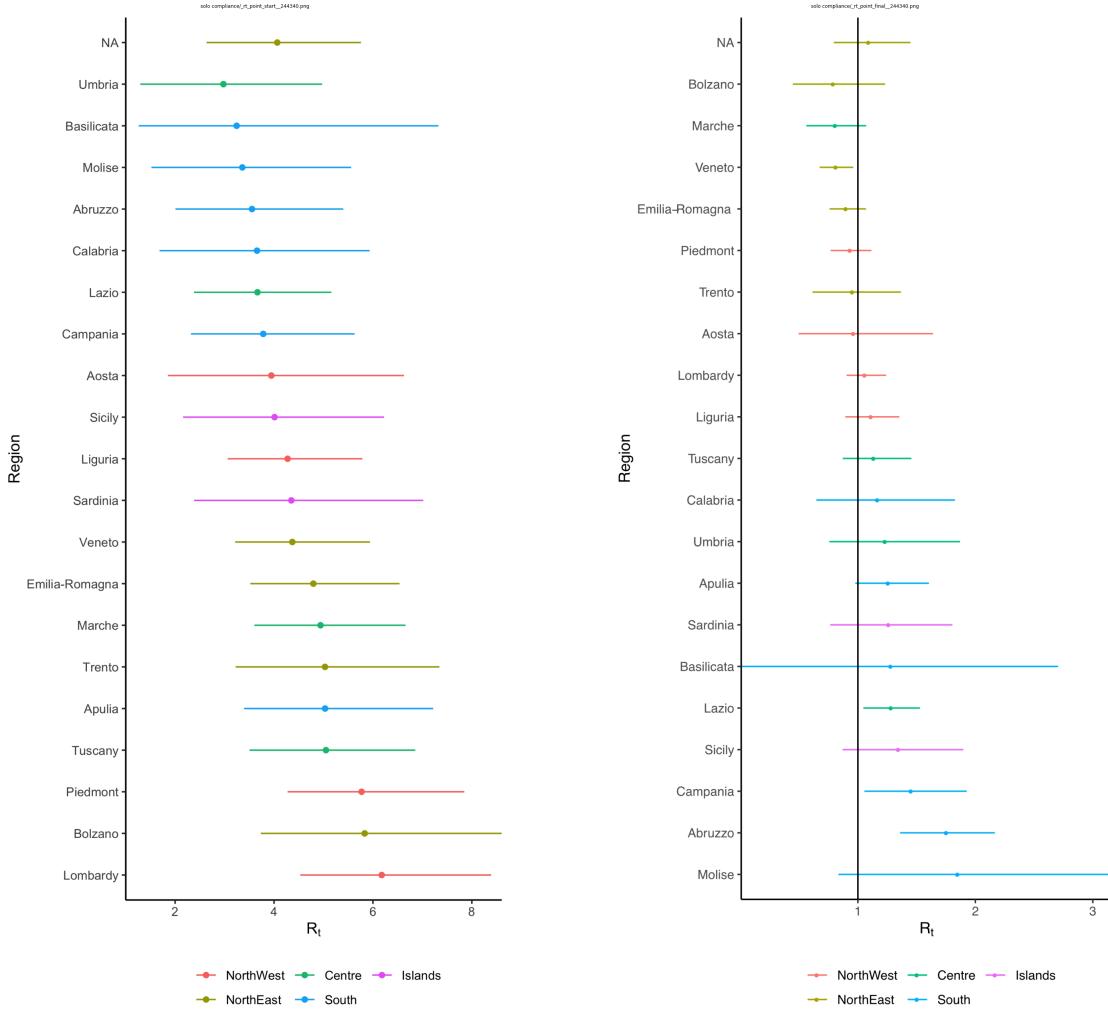


Figure 10: Risultati preliminari R_0 iniziale e finale basati sulla sola compliance.

Di seguito i tassi d'attacco stimati. È evidente un errore di stima per la Basilicata che però ha registrato pochissimi casi, si presume pertanto che l'errore verrà risolto utilizzando le catene Monte Carlo complete a 2000 iterazioni.

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
<hr/>		
.1	Abruzzo	4.49% [3.32%-6.21%]
.20	Aosta	11.78% [8.56%-15.81%]
.15	Apulia	1.35% [1.07%-1.72%]
.2	Basilicata	17.48% [0.26%-99.88%]
.12	Bolzano	5.94% [4.68%-7.55%]
.3	Calabria	0.54% [0.40%-0.72%]
.4	Campania	0.87% [0.68%-1.16%]
.5	Emilia-Romagna	8.15% [6.59%-10.07%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.43% [1.93%-3.05%]
.7	Lazio	1.64% [1.30%-2.09%]

.8	Liguria	7.92% [6.46%-9.86%]
.9	Lombardy	14.75% [11.93%-18.24%]
.10	Marche	5.55% [4.49%-6.94%]
.11	Molise	0.65% [0.33%-1.29%]
.14	Piedmont	7.79% [6.28%-9.71%]
.16	Sardinia	0.78% [0.59%-1.01%]
.17	Sicily	0.60% [0.46%-0.77%]
.13	Trento	8.60% [6.87%-10.76%]
.18	Tuscany	2.60% [2.07%-3.28%]
.19	Umbria	0.81% [0.57%-1.11%]
.21	Veneto	3.72% [3.06%-4.71%]
.0	Italy	5.33% [4.69%-6.43%]

Per tasso	REGIONE	T.A. [min% - max%]
.2	Basilicata	17.48% [0.26%-99.88%]
.9	Lombardy	14.75% [11.93%-18.24%]
.20	Aosta	11.78% [8.56%-15.81%]
.13	Trento	8.60% [6.87%-10.76%]
.5	Emilia-Romagna	8.15% [6.59%-10.07%]
.8	Liguria	7.92% [6.46%-9.86%]
.14	Piedmont	7.79% [6.28%-9.71%]
.12	Bolzano	5.94% [4.68%-7.55%]
.10	Marche	5.55% [4.49%-6.94%]
.0	Italy	5.33% [4.69%-6.43%]
.1	Abruzzo	4.49% [3.32%-6.21%]
.21	Veneto	3.72% [3.06%-4.71%]
.18	Tuscany	2.60% [2.07%-3.28%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.43% [1.93%-3.05%]
.7	Lazio	1.64% [1.30%-2.09%]
.15	Apulia	1.35% [1.07%-1.72%]
.4	Campania	0.87% [0.68%-1.16%]
.19	Umbria	0.81% [0.57%-1.11%]
.16	Sardinia	0.78% [0.59%-1.01%]
.11	Molise	0.65% [0.33%-1.29%]
.17	Sicily	0.60% [0.46%-0.77%]
.3	Calabria	0.54% [0.40%-0.72%]

4.2 Parametrizzazione su mobilità e compliance

4.2.1 Riduzione della SD dei coefficienti alpha e beta

I risultati preliminari di questo modello sono, come atteso, accettabili (figure 11 e 12). Sarà pertanto scelto come modello base per le catene Monte Carlo complete e le previsioni.

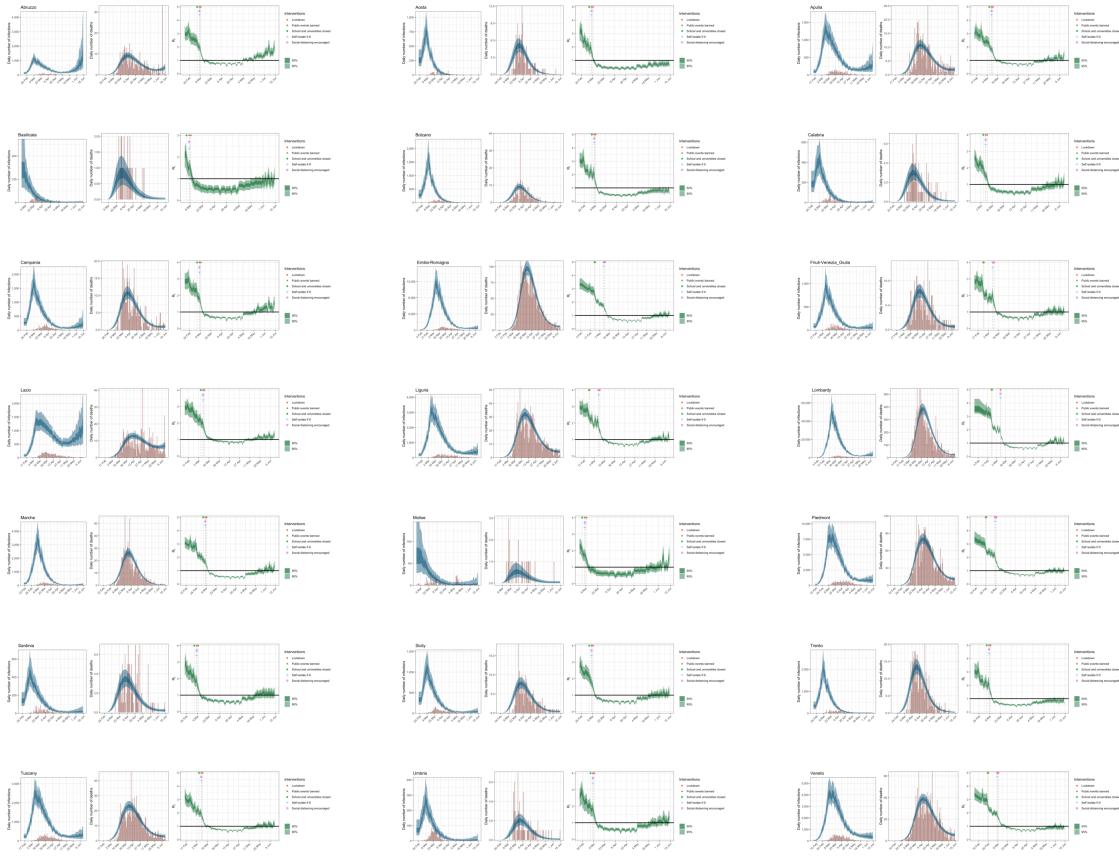


Figure 11: Risultati preliminari di parametrizzazione di R_t su compliance e mobilità con riduzione della SD dei coefficienti α e β .

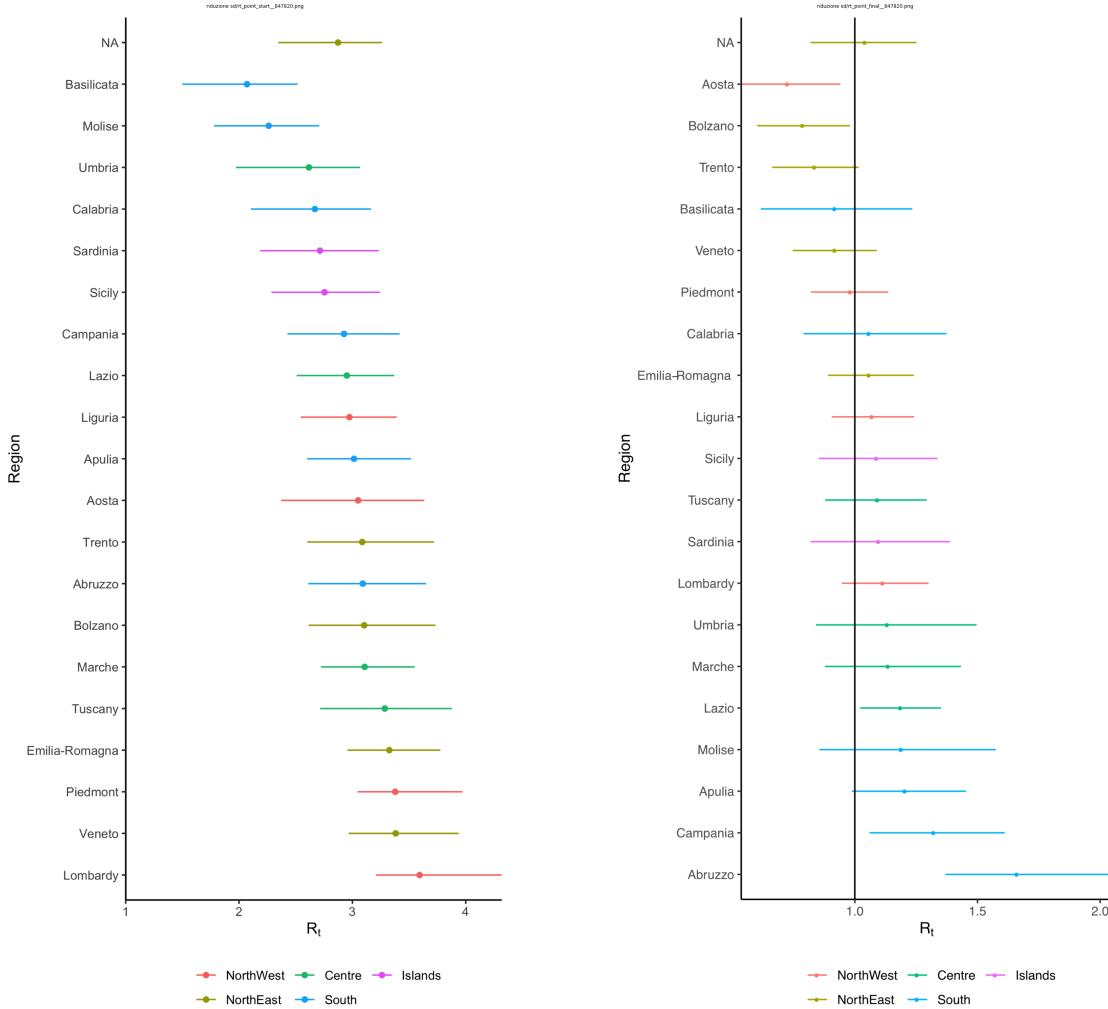


Figure 12: Risultati preliminari R_0 iniziale e finale basati su compliance e mobilità con riduzione della SD dei coefficienti α e β .

Tassi d'attacco stimati:

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
.1	Abruzzo	4.22% [3.12%-5.96%]
.20	Aosta	11.45% [8.64%-14.98%]
.15	Apulia	1.34% [1.05%-1.72%]
.2	Basilicata	0.44% [0.26%-0.70%]
.12	Bolzano	5.91% [4.55%-7.57%]
.3	Calabria	0.53% [0.39%-0.71%]
.4	Campania	0.86% [0.69%-1.09%]
.5	Emilia-Romagna	8.45% [6.89%-10.83%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.44% [1.91%-3.09%]
.7	Lazio	1.63% [1.28%-2.08%]
.8	Liguria	8.01% [6.43%-10.00%]
.9	Lombardy	15.23% [12.41%-18.92%]
.10	Marche	5.64% [4.50%-7.14%]

.11	Molise	0.58% [0.32%-0.95%]
.14	Piedmont	7.90% [6.41%-9.83%]
.16	Sardinia	0.78% [0.58%-1.06%]
.17	Sicily	0.60% [0.46%-0.77%]
.13	Trento	8.56% [6.80%-10.86%]
.18	Tuscany	2.61% [2.11%-3.25%]
.19	Umbria	0.77% [0.54%-1.07%]
.21	Veneto	3.79% [3.08%-4.68%]
.0	Italy	5.28% [4.73%-5.95%]

Per tasso	REGIONE	T.A. [min% - max%]
.9	Lombardy	15.23% [12.41%-18.92%]
.20	Aosta	11.45% [8.64%-14.98%]
.13	Trento	8.56% [6.80%-10.86%]
.5	Emilia-Romagna	8.45% [6.89%-10.83%]
.8	Liguria	8.01% [6.43%-10.00%]
.14	Piedmont	7.90% [6.41%-9.83%]
.12	Bolzano	5.91% [4.55%-7.57%]
.10	Marche	5.64% [4.50%-7.14%]
.0	Italy	5.28% [4.73%-5.95%]
.1	Abruzzo	4.22% [3.12%-5.96%]
.21	Veneto	3.79% [3.08%-4.68%]
.18	Tuscany	2.61% [2.11%-3.25%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.44% [1.91%-3.09%]
.7	Lazio	1.63% [1.28%-2.08%]
.15	Apulia	1.34% [1.05%-1.72%]
.4	Campania	0.86% [0.69%-1.09%]
.16	Sardinia	0.78% [0.58%-1.06%]
.19	Umbria	0.77% [0.54%-1.07%]
.17	Sicily	0.60% [0.46%-0.77%]
.11	Molise	0.58% [0.32%-0.95%]
.3	Calabria	0.53% [0.39%-0.71%]
.2	Basilicata	0.44% [0.26%-0.70%]

5 Conclusioni preliminari

Il modello con riduzione delle distribuzioni a priori dei coefficienti α e β per la parametrizzazione di R_t su 3 parametri di mobilità e 3 gruppi di compliance ha dato risultati accettabili. Sarà perciò scelto come modello base per le catene HMC complete e le previsioni e confrontato coi risultati ottenuti dal modello originale dell'Imperial College.

6 Risultati finali

I seguenti risultati sono ottenuti con 4 catene Hamiltonian Monte Carlo da 2000 iterazioni ciascuna (1500 di warmup) in R con programma Stan e comprendono i tentativi di previsione. Sono applicati

sul modello originale e sul modello modificato.

6.1 Parametrizzazione sulla sola mobilità

Questi risultati sono generati dal modello originale del Report 20 e a scopo di confronto con i modelli modificati.

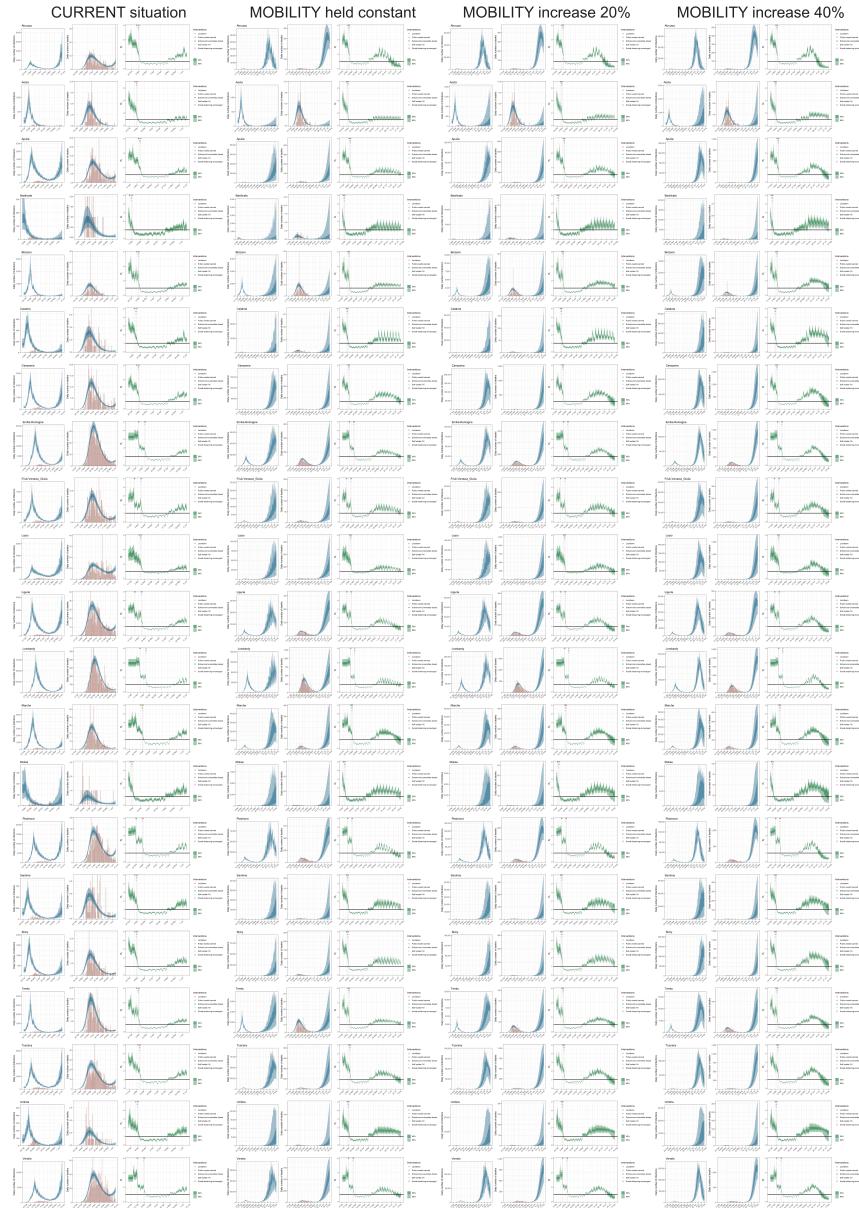


Figure 13: Risultati e previsioni del modello originale.

6.2 Parametrizzazione su mobilità e compliance

6.2.1 Situazione attuale

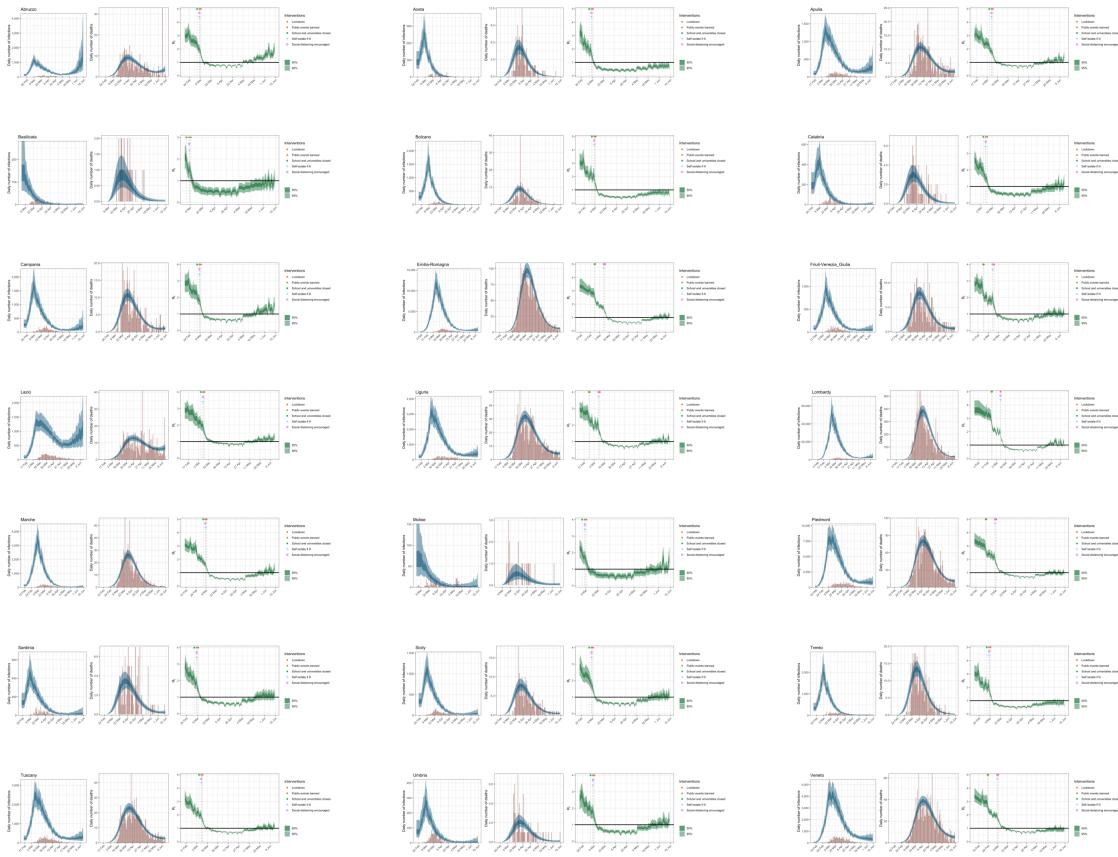


Figure 14: Risultati finali di parametrizzazione di R_t su compliance e mobilità con riduzione della SD dei coefficienti α e β .

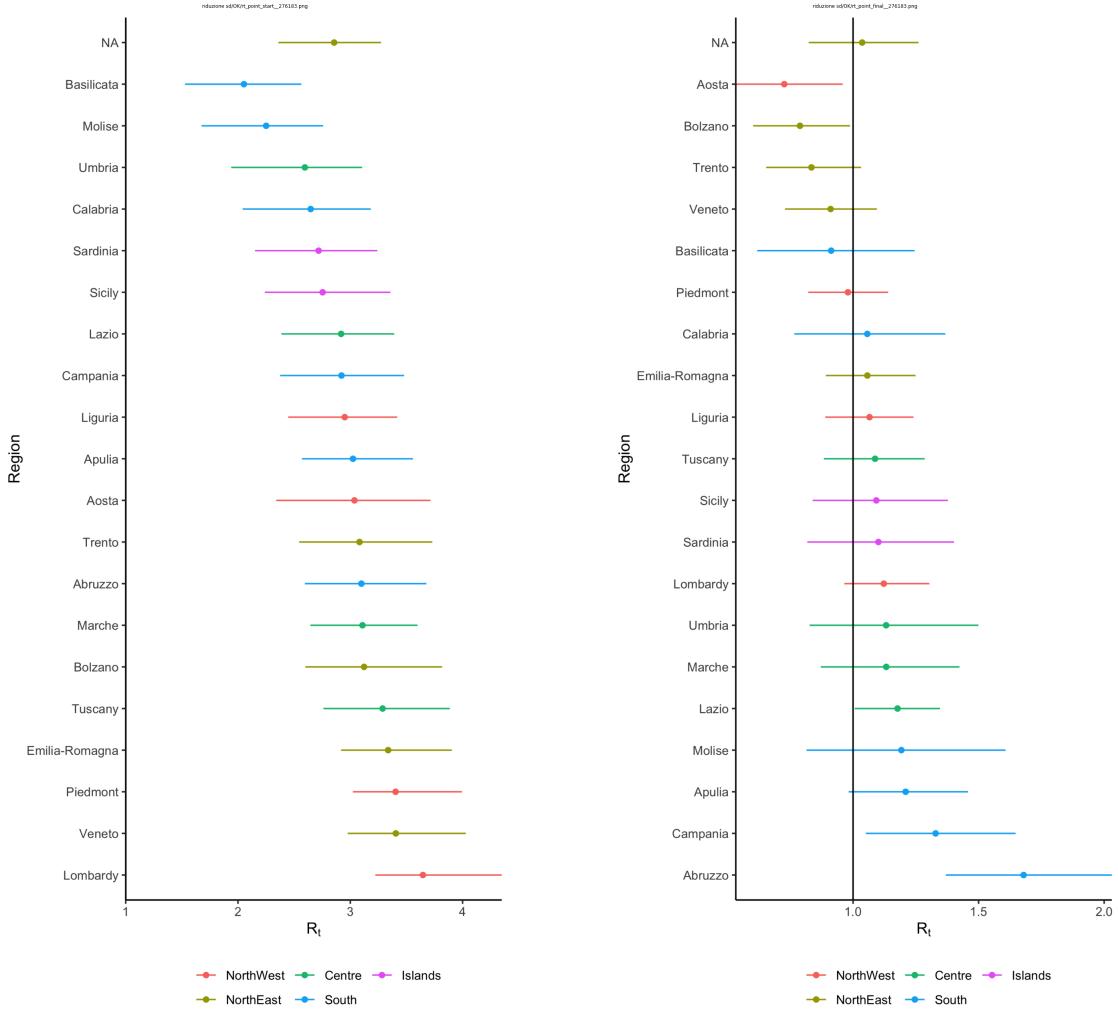


Figure 15: Risultati finali R_0 iniziale e finale basati su compliance e mobilità con riduzione della SD dei coefficienti α e β .

Tassi d'attacco:

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
.1	Abruzzo	4.29% [3.18%-5.96%]
.20	Aosta	11.52% [8.48%-15.18%]
.15	Apulia	1.34% [1.07%-1.72%]
.2	Basilicata	0.45% [0.26%-0.71%]
.12	Bolzano	5.91% [4.61%-7.54%]
.3	Calabria	0.53% [0.39%-0.72%]
.4	Campania	0.86% [0.68%-1.11%]
.5	Emilia-Romagna	8.44% [6.93%-10.46%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.46% [1.93%-3.15%]
.7	Lazio	1.61% [1.28%-2.04%]
.8	Liguria	7.98% [6.40%-9.98%]
.9	Lombardy	15.33% [12.36%-19.11%]
.10	Marche	5.61% [4.49%-7.07%]

.11	Molise	0.59% [0.31%-0.98%]
.14	Piedmont	7.91% [6.39%-9.85%]
.16	Sardinia	0.78% [0.60%-1.03%]
.17	Sicily	0.60% [0.47%-0.76%]
.13	Trento	8.60% [6.86%-10.93%]
.18	Tuscany	2.61% [2.10%-3.24%]
.19	Umbria	0.78% [0.55%-1.07%]
.21	Veneto	3.82% [3.11%-4.75%]
.0	Italy	5.30% [4.74%-6.01%]

Per tasso	REGIONE	T.A. [min% - max%]
.9	Lombardy	15.33% [12.36%-19.11%]
.20	Aosta	11.52% [8.48%-15.18%]
.13	Trento	8.60% [6.86%-10.93%]
.5	Emilia-Romagna	8.44% [6.93%-10.46%]
.8	Liguria	7.98% [6.40%-9.98%]
.14	Piedmont	7.91% [6.39%-9.85%]
.12	Bolzano	5.91% [4.61%-7.54%]
.10	Marche	5.61% [4.49%-7.07%]
.0	Italy	5.30% [4.74%-6.01%]
.1	Abruzzo	4.29% [3.18%-5.96%]
.21	Veneto	3.82% [3.11%-4.75%]
.18	Tuscany	2.61% [2.10%-3.24%]
.6	Friuli-Venezia_Giulia	2.46% [1.93%-3.15%]
.7	Lazio	1.61% [1.28%-2.04%]
.15	Apulia	1.34% [1.07%-1.72%]
.4	Campania	0.86% [0.68%-1.11%]
.16	Sardinia	0.78% [0.60%-1.03%]
.19	Umbria	0.78% [0.55%-1.07%]
.17	Sicily	0.60% [0.47%-0.76%]
.11	Molise	0.59% [0.31%-0.98%]
.3	Calabria	0.53% [0.39%-0.72%]
.2	Basilicata	0.45% [0.26%-0.71%]

6.2.2 Previsioni

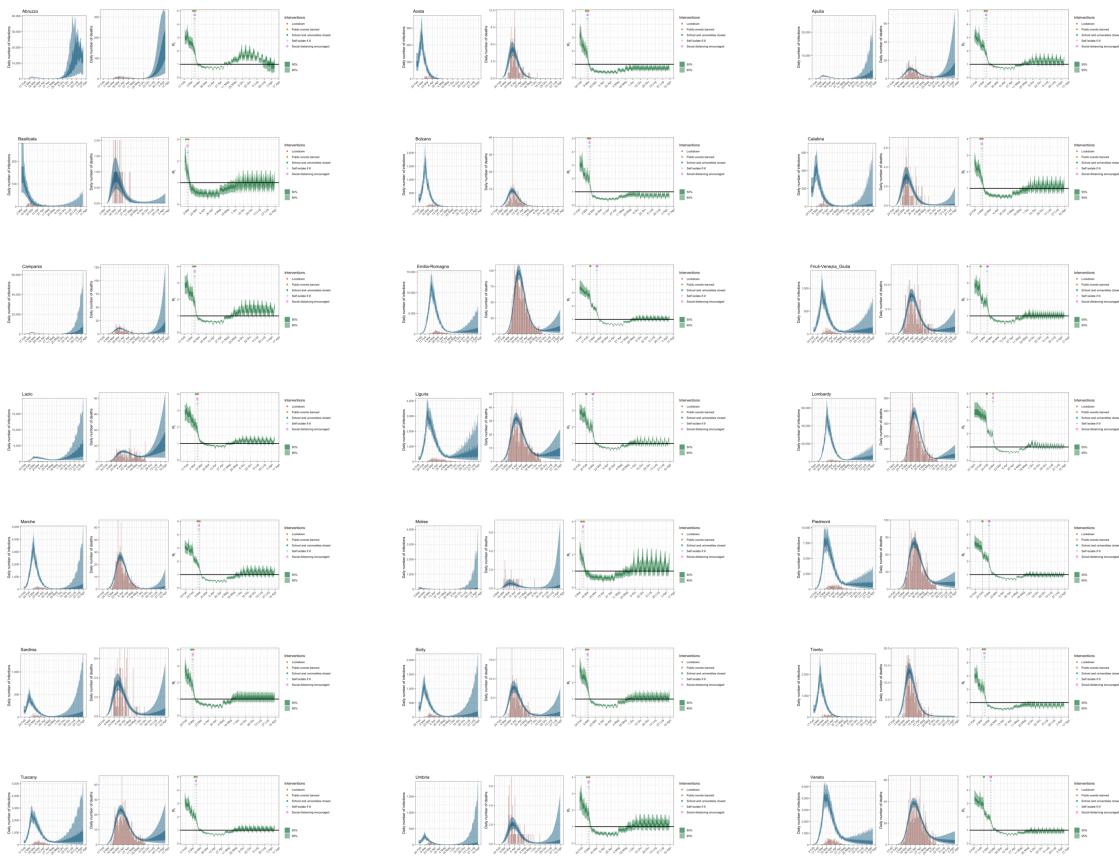


Figure 16: Previsioni con compliance costante.

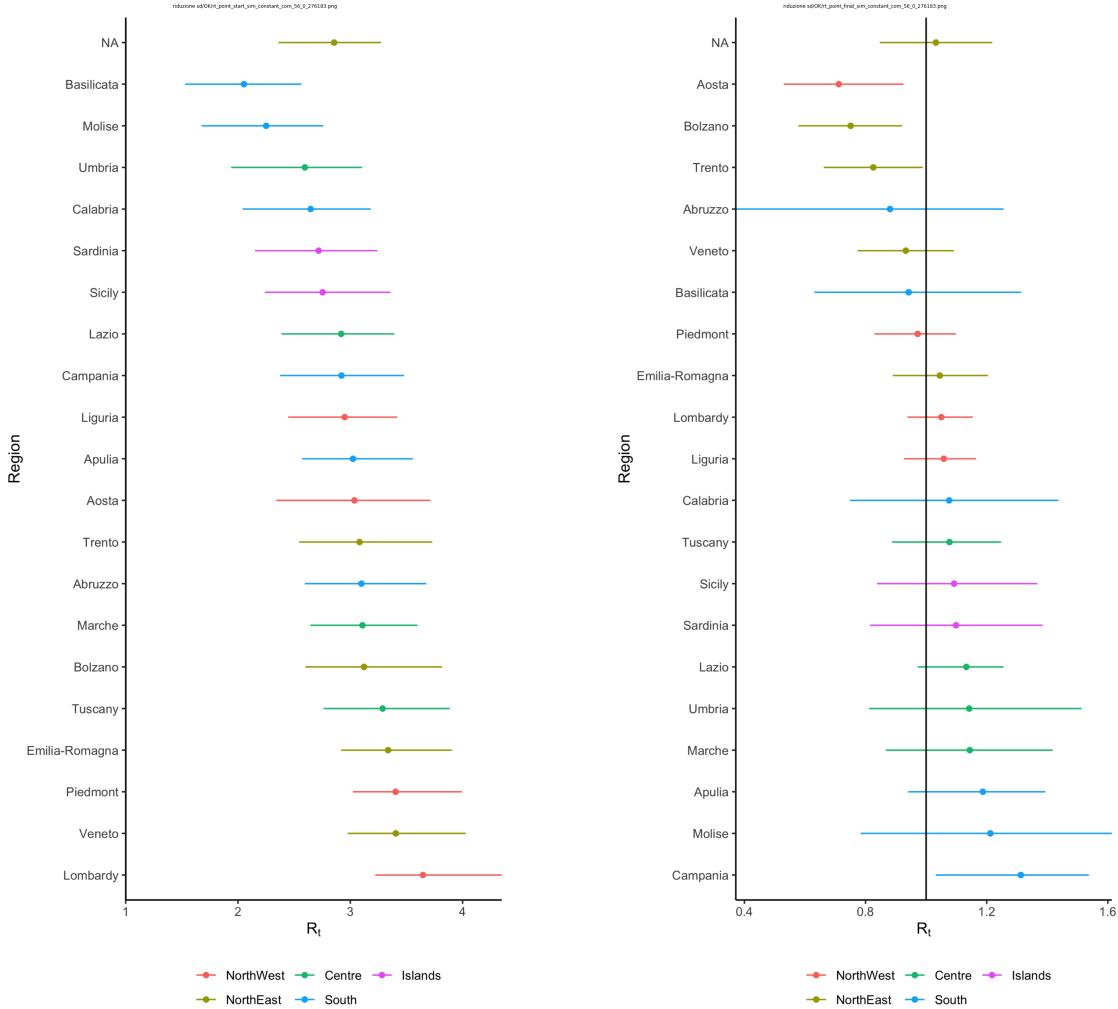


Figure 17: Previsioni R_0 iniziale e finale con compliance costante.

Compliance costante Tassi d'attacco:

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
<hr/>		
1	Abruzzo	64.74% [24.45%-85.55%]
20	Aosta	11.54% [8.53%-15.20%]
15	Apulia	5.77% [1.38%-25.37%]
2	Basilicata	0.63% [0.27%-1.78%]
12	Bolzano	5.93% [4.63%-7.57%]
3	Calabria	0.94% [0.41%-2.90%]
4	Campania	8.21% [0.90%-45.89%]
5	Emilia-Romagna	9.65% [7.48%-13.58%]
6	Friuli-Venezia_Giulia	3.09% [2.12%-5.64%]
7	Lazio	5.57% [1.98%-15.14%]
8	Liguria	10.76% [7.42%-17.24%]
9	Lombardy	17.80% [13.80%-24.30%]
10	Marche	7.07% [4.77%-15.80%]

11	Molise	7.21% [0.39%-65.80%]
14	Piedmont	9.21% [6.99%-12.72%]
16	Sardinia	1.53% [0.65%-6.40%]
17	Sicily	1.01% [0.51%-3.41%]
13	Trento	8.68% [6.91%-11.03%]
18	Tuscany	4.13% [2.40%-9.16%]
19	Umbria	2.21% [0.61%-14.22%]
21	Veneto	4.22% [3.31%-5.67%]

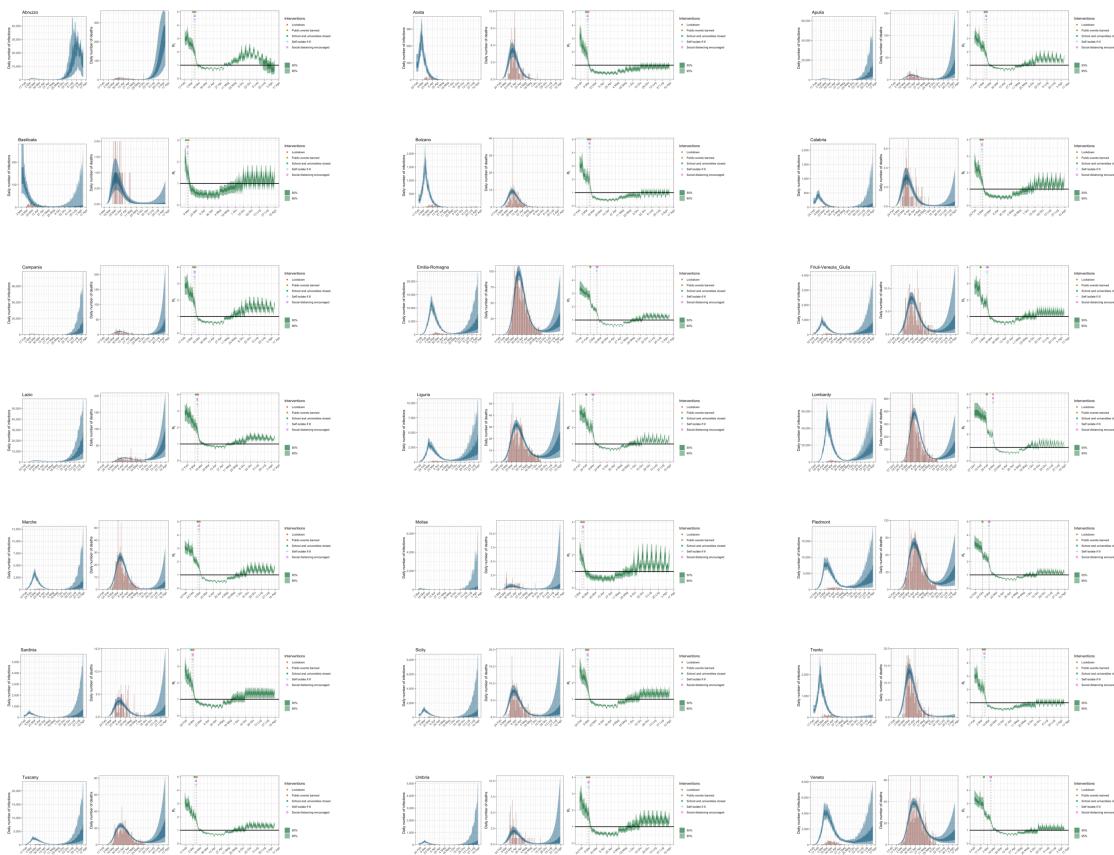


Figure 18: Previsioni con decremento del 20% della compliance.

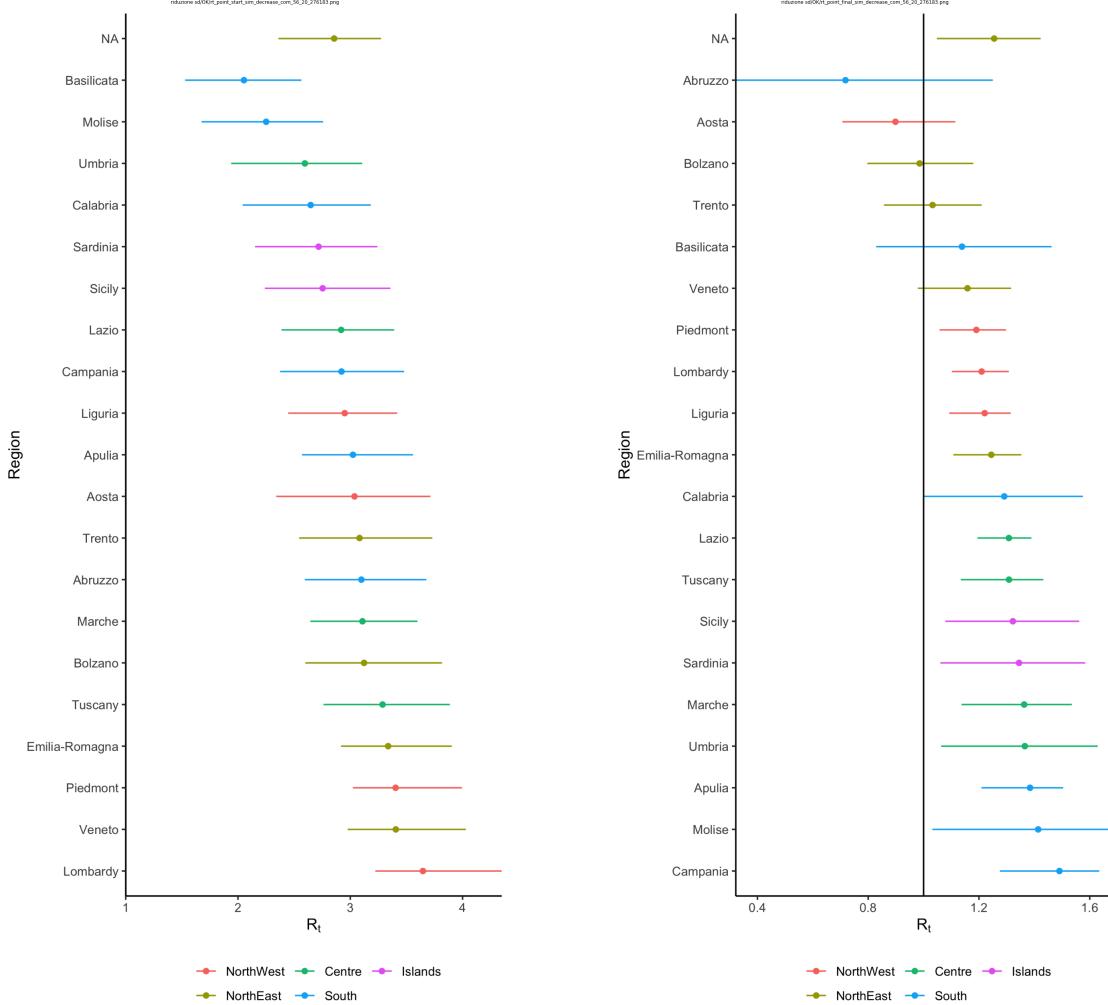


Figure 19: Previsioni R_0 iniziale e finale con riduzione della compliance al 20%.

Decremento compliance 20% Tassi d'attacco:

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
<hr/>		
1	Abruzzo	76.70% [55.27%-87.64%]
20	Aosta	11.56% [8.57%-15.25%]
15	Apulia	14.90% [2.24%-49.12%]
2	Basilicata	1.03% [0.28%-5.46%]
12	Bolzano	5.97% [4.66%-7.71%]
3	Calabria	1.60% [0.44%-9.12%]
4	Campania	18.74% [1.53%-64.85%]
5	Emilia-Romagna	12.05% [8.19%-21.18%]
6	Friuli-Venezia_Giulia	5.04% [2.35%-15.37%]
7	Lazio	14.79% [3.75%-36.57%]
8	Liguria	16.52% [8.72%-32.56%]
9	Lombardy	21.72% [15.27%-33.85%]
10	Marche	9.94% [5.22%-28.54%]

11	Molise	14.82% [0.48%-74.81%]
14	Piedmont	12.93% [7.99%-23.42%]
16	Sardinia	4.29% [0.73%-25.32%]
17	Sicily	2.37% [0.58%-13.17%]
13	Trento	8.89% [7.02%-11.43%]
18	Tuscany	9.63% [3.00%-27.88%]
19	Umbria	4.58% [0.69%-32.69%]
21	Veneto	5.23% [3.55%-9.11%]

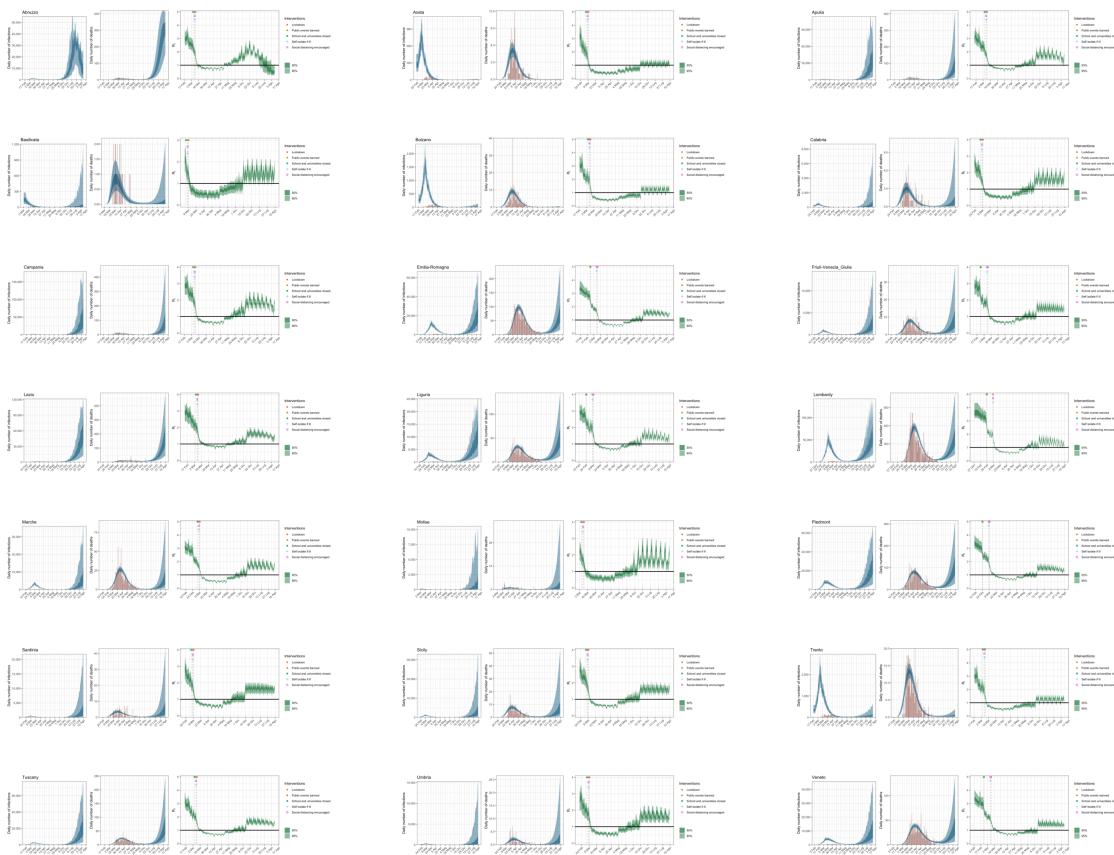


Figure 20: Previsioni con decremento del 40% della compliance.

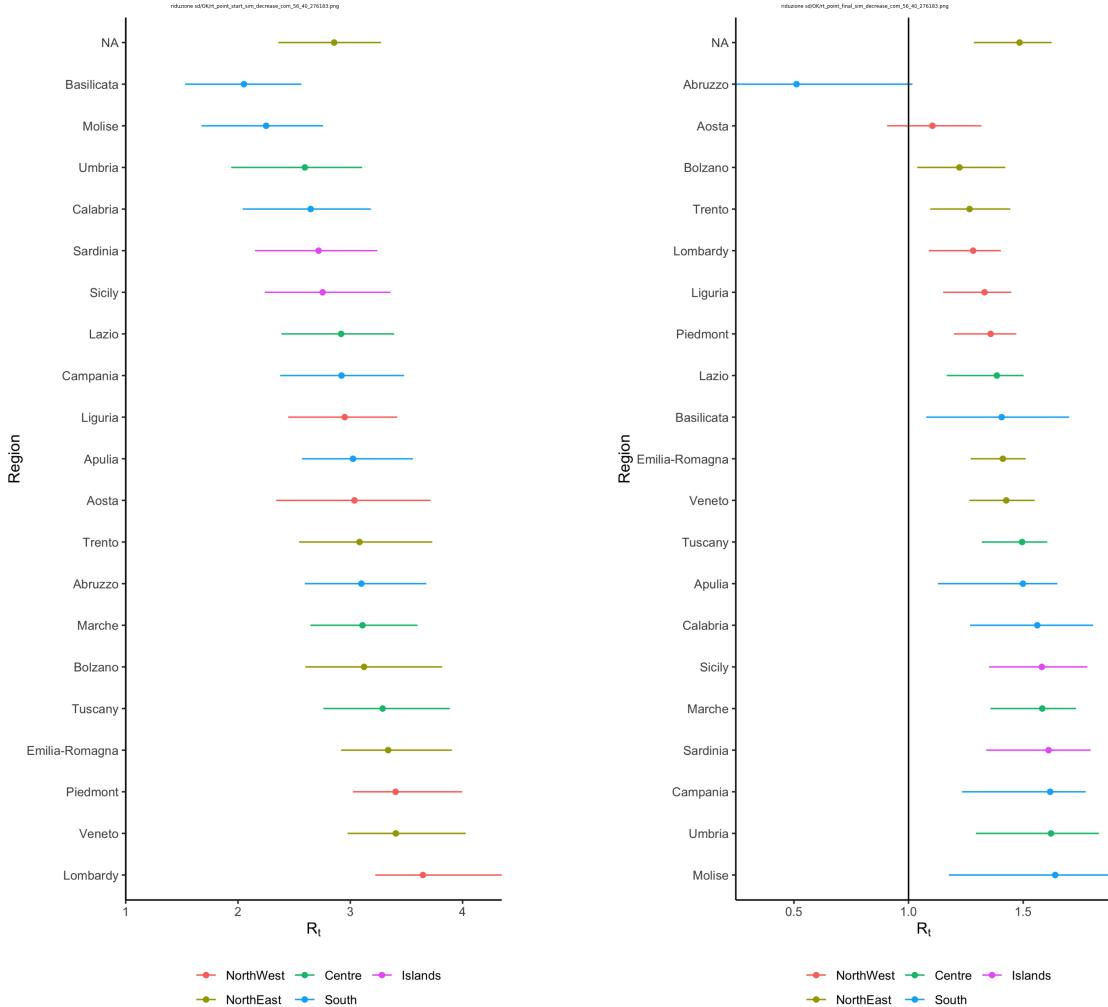


Figure 21: Previsioni R_0 iniziale e finale con riduzione della compliance al 40%.

Decremento compliance 40% Tassi d'attacco:

Per nome	REGIONE	T.A. [min% - max%]
<hr/>		
1	Abruzzo	84.45% [73.91%-91.11%]
20	Aosta	11.67% [8.67%-15.42%]
15	Apulia	39.48% [7.54%-77.53%]
2	Basilicata	3.63% [0.31%-30.38%]
12	Bolzano	6.18% [4.75%-8.16%]
3	Calabria	5.48% [0.52%-34.92%]
4	Campania	42.82% [5.49%-81.26%]
5	Emilia-Romagna	20.23% [10.21%-40.74%]
6	Friuli-Venezia_Giulia	13.41% [3.13%-41.09%]
7	Lazio	36.48% [10.57%-64.91%]
8	Liguria	33.64% [13.57%-59.27%]
9	Lombardy	29.27% [18.25%-49.20%]
10	Marche	21.65% [6.48%-60.90%]

11	Molise	37.14%	[0.67%-85.40%]
14	Piedmont	28.53%	[12.11%-53.54%]
16	Sardinia	16.36%	[1.03%-63.42%]
17	Sicily	9.13%	[0.83%-42.84%]
13	Trento	9.90%	[7.48%-14.87%]
18	Tuscany	30.82%	[6.92%-64.62%]
19	Umbria	14.44%	[0.88%-65.95%]
21	Veneto	11.00%	[4.49%-27.14%]

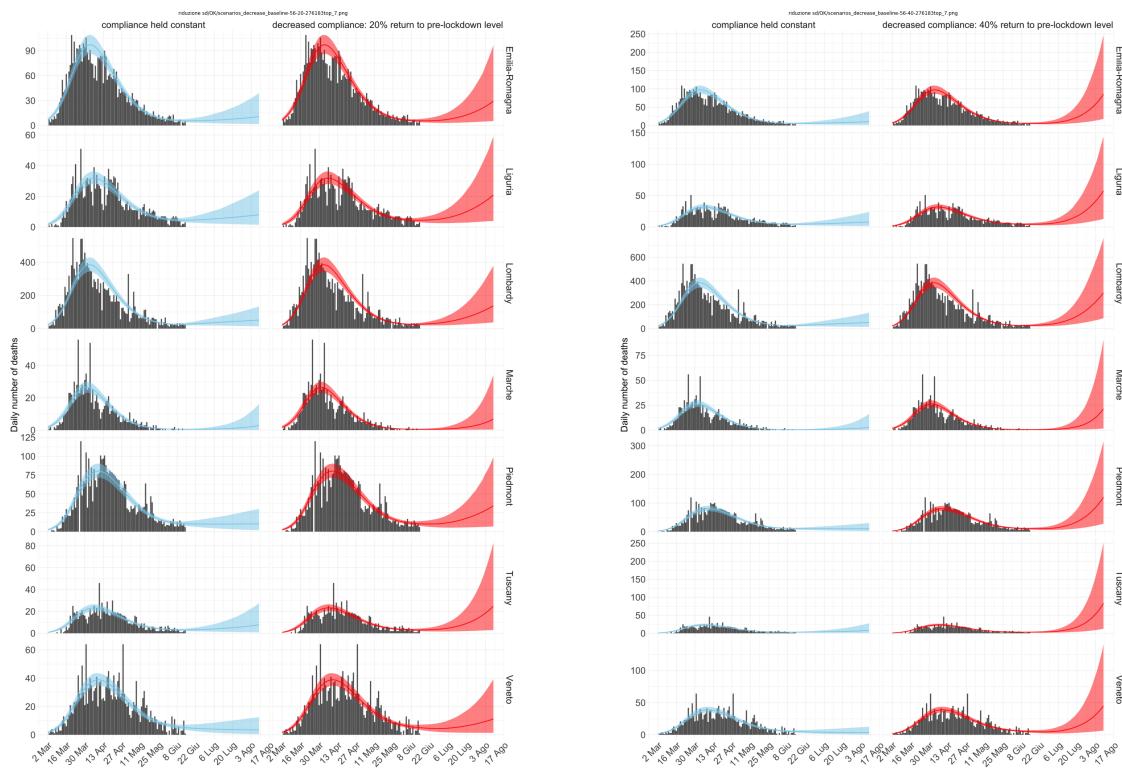


Figure 22: Comparazione decessi attesi.

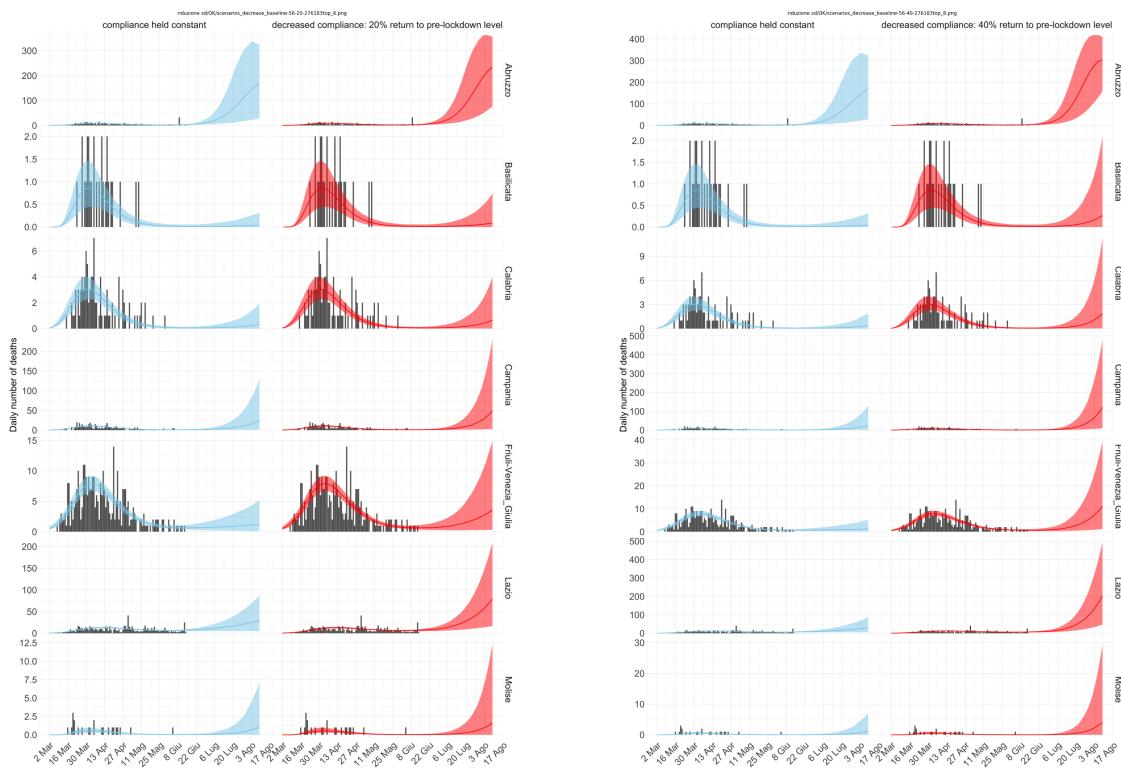


Figure 23: Comparazione decessi attesi.

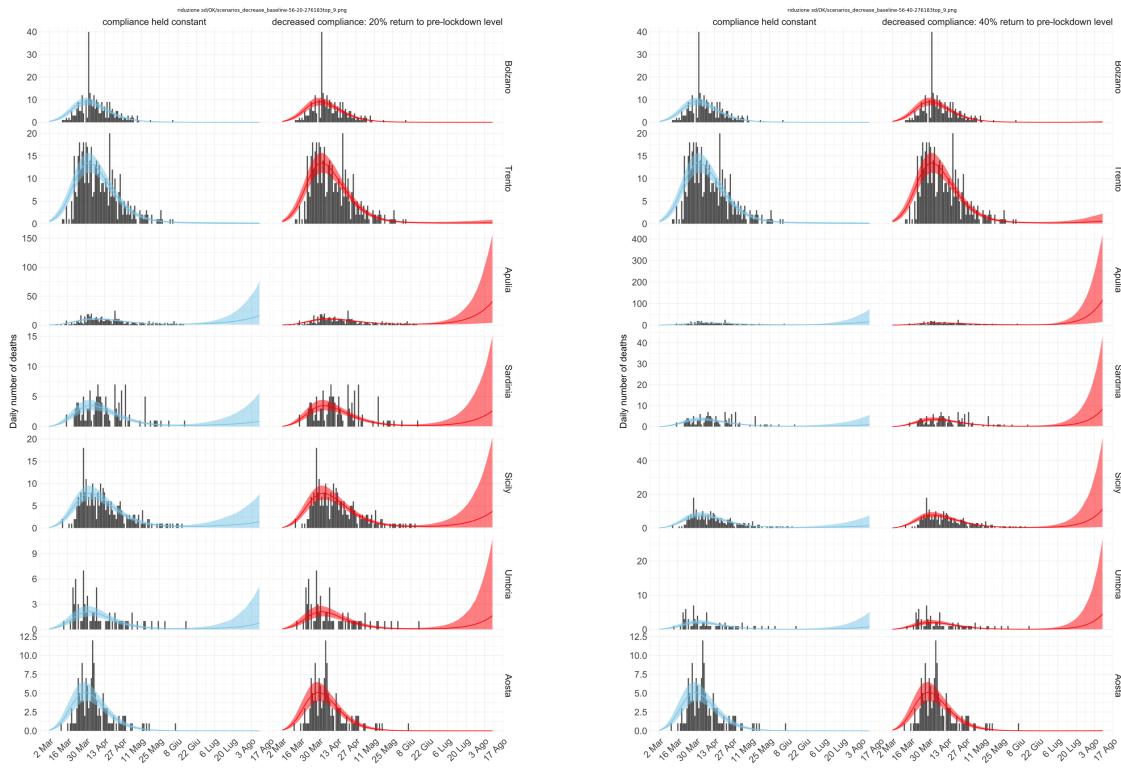


Figure 24: Comparazione decessi attesi.

Comparazione decessi attesi

7 Conclusioni finali

È pertanto possibile parametrizzare R_t su mobilità e compliance della popolazione alle norme di igiene e sicurezza.

Saranno utili sondaggi regionali più dettagliati, una definizione più verosimile delle baselines per i parametri di compliance e un ulteriore affinamento della formula per la parametrizzazione di R_t su ulteriori parametri.

Il risultati di questo primo studio mostrano come un mantenimento della compliance ai livelli attuali sia auspicabile e come un decremento della compliance, anche solo del 20%, in questa fase possa generare una seconda ondata di contagi tra la fine di Giugno e Agosto 2020.

References

- [1] M. Vollmer, S. Mishra, H. Unwin, A. Gandy, T. Melan, V. Bradley, H. Zhu, H. Coupland, I. Hawryluk, M. Hutchinson *et al.*, “Report 20: A sub-national analysis of the rate of transmission of covid-19 in italy,” 2020.
- [2] A. Aktay, S. Bavadekar, G. Cossoul, J. Davis, D. Desfontaines, A. Fabrikant, E. Gabrilovich, K. Gadepalli, B. Gipson, M. Guevara *et al.*, “Google covid-19 community mobility reports: Anonymization process description (version 1.0),” *arXiv preprint arXiv:2004.04145*, 2020. [Online]. Available: <https://www.google.com/covid19/mobility/>
- [3] D. di Protezione Civile, “Dpc covid-19 github repository,” *Github*, 2020. [Online]. Available: <https://github.com/pcm-dpc/COVID-19>
- [4] S. P. Jones, “Imperial college london yougov covid data hub, v1.0,” *Imperial College London Big Data Analytical Unit and YouGov Plc.* 2020, April 2020. [Online]. Available: <https://github.com/YouGov-Data/covid-19-tracker>