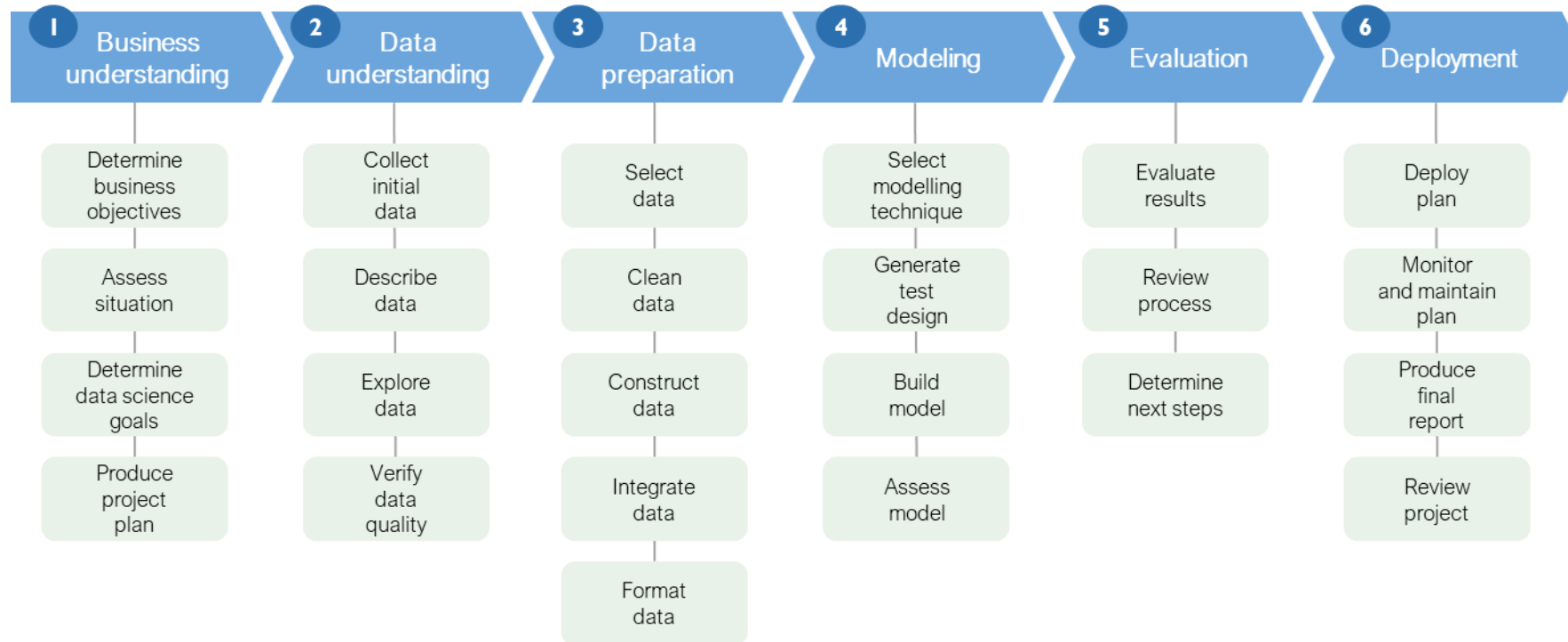


Modelli predittivi di simulazione: il Covid-19 e il potenziale impatto dei nuovi farmaci

Corso di Alta Formazione PREVEDI

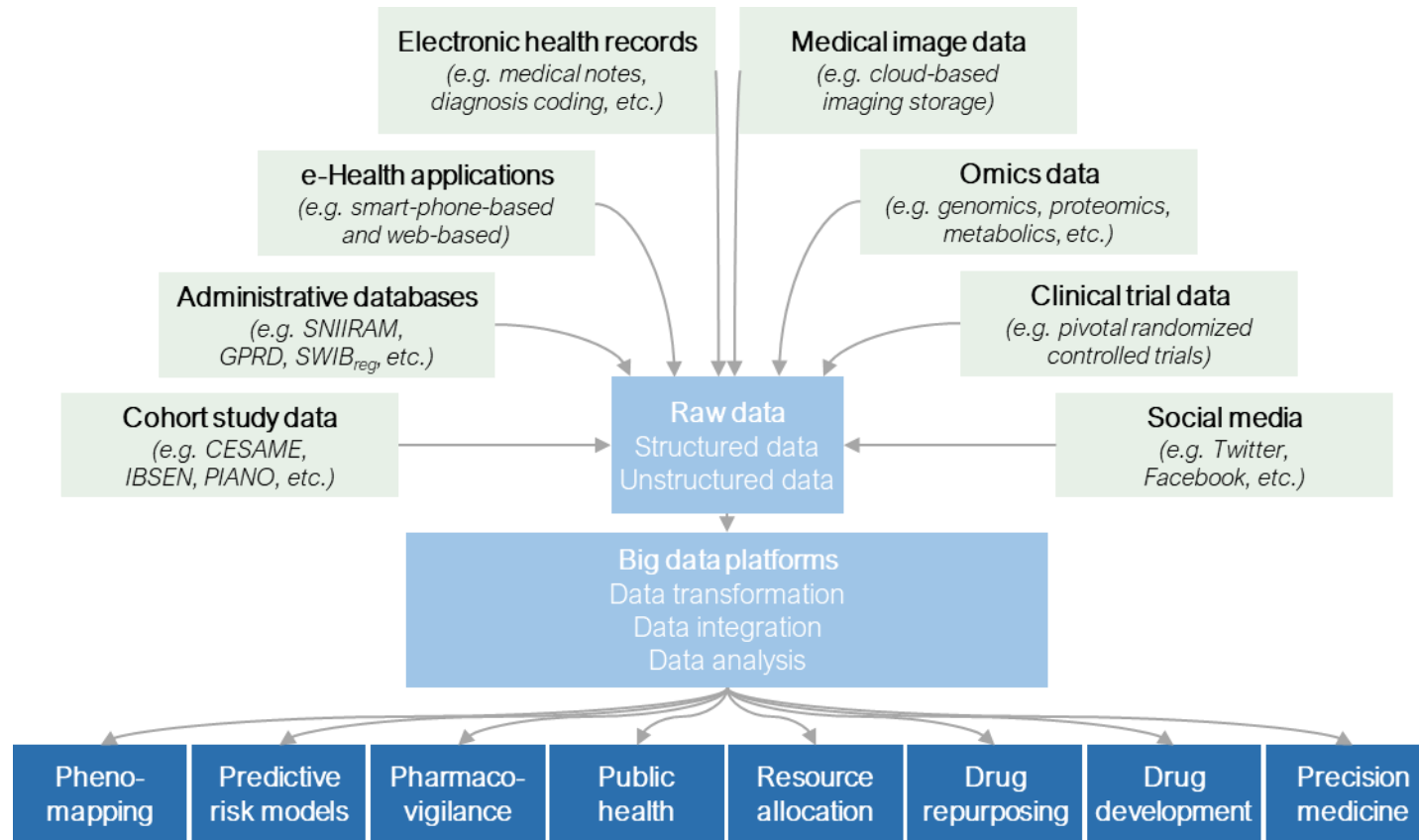
30 Novembre 2021

Il processo di Data Science



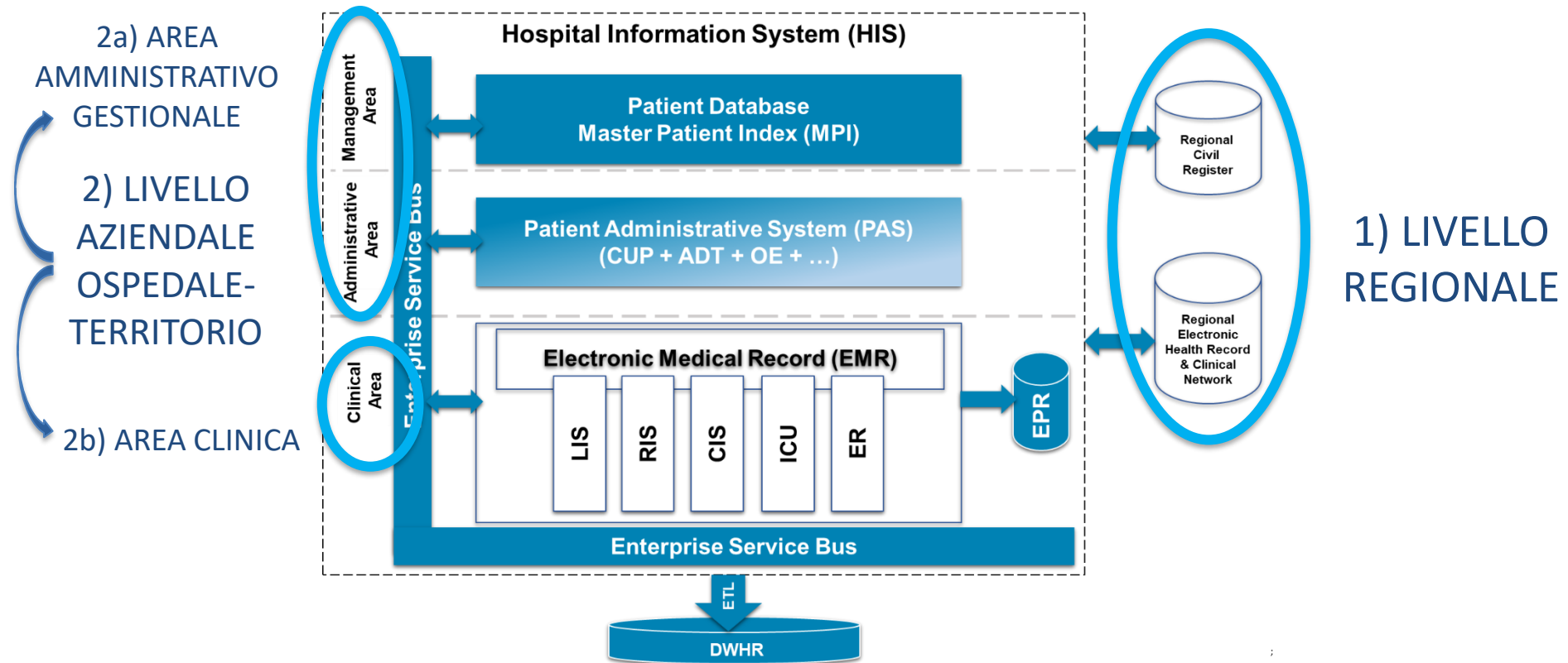
Source: Chapman, Clinton, Kerber, et al. 1999; CrowdFlower, 2016

I flussi di dati in Sanità



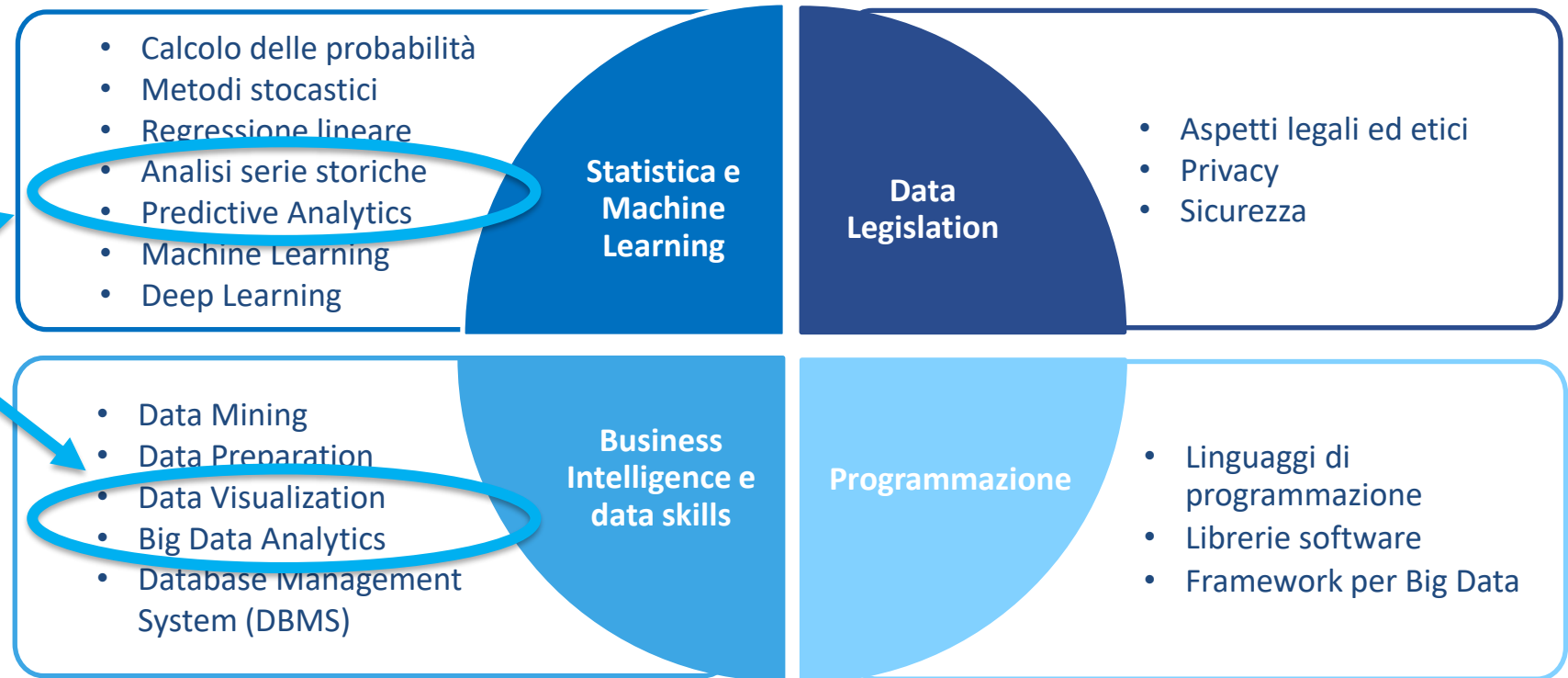
Source: Oberoi et al. Big data in HD: a road into the future. *Healthcare Reports*. 2013; 4: 14

Livelli e ambiti del Data Science in Sanità



Competenze tecniche del *data scientist*

Il modello di cui parliamo si inserisce all'interno di questi ambiti

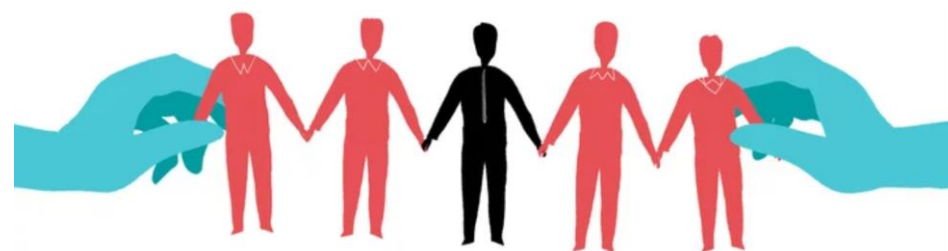


Un periodo di emergenza



... sfida per il SSN e per l'Ingegnere Gestionale...

- Quale supporto si poteva dare al sistema quindi?
- L'idea è di fornire uno strumento operativo di previsione da leggere con il supporto di un gruppo multidisciplinare proveniente sempre dall'Azienda Ospedaliera...



L'Agenda di oggi

ore 14.30 – 18.00

Francesco Bertolotti, Emanuela Foglia, Fabrizio Schettini e Daniele Bellavia

Test preliminare

Le ipotesi alla base del modello

- Ipotesi iniziali e suddivisione in aree di degenza
- Individuazione percorsi medi intraospedalieri
- Dalla scheda di raccolta dati al modello di simulazione

Presentazione del modello e dello strumento predittivo

- Modello SIR causale
- Costruzione del database da *real world data*
- Stima parametri con massima verosimiglianza
- Presentazione del gioco in STGraph

Simulazione e gioco in gruppi

- Suddivisione in gruppi con provenienza geografica affine o con riferimento alla medesima azienda ospedaliera
- Gioco e scelte mediante supporto di STGraph
- Risultati comparativi dei gruppi a fronte delle giocate e sintesi dei risultati dell'attività di simulazione

Introduzione - 1

Obiettivo

Introdurre un gruppo multidisciplinare, ai **modelli di sistemi dinamici** al fine dell'utilizzo a livello aziendale, ma soprattutto per **garantire una capacità di lettura critica del dato** nonché una **capacità di applicare uno strumento di previsione** per la gestione delle emergenze e delle situazioni di criticità interne

Metodologia

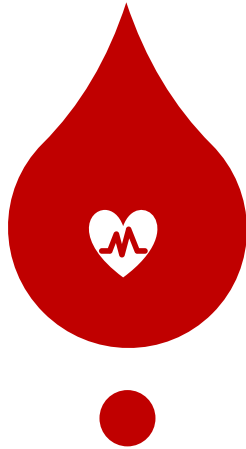
Per il raggiungimento dell'obiettivo formativo è stato strutturato **uno strumento di simulazione epidemiologica basato sulla metodologia *System Dynamics*** utile ad effettuare analisi di scenario e simulare per esempio la dinamica della pandemia da COVID, anche sulla scorta dell'efficacia delle strategie di trattamento attualmente disponibili e utilizzate in pratica clinica

Approccio

L'aspetto di maggiore rilievo è l'approccio mentale... si tratta di un **pomeriggio di gioco... divertitevi quindi prima di ogni altra cosa** e cercate di investire bene questo tempo per comprendere le leve che ottimizzano le vostre scelte, così da poter portare con Voi questo bagaglio esperienziale, quando la situazione sarà di nuovo di riflessione, in prima linea... più riuscirete a divertirvi oggi, più farete tesoro delle Vostre esperienze per il prossimo futuro!!!

Aree di degenza

Conversione delle UU.OO. non strettamente di ambito infettivologico, così da garantire la presa in carico e cura dei pazienti COVID-19



Ricoveri in U.O. di Terapia Intensiva ad alta complessità, per il trattamento di pazienti COVID-19 che richiedono una ventilazione invasiva – Area ad Alta Intensità

Rapporto 1:1 Posto letto: Ventilatori per pz. Covid



Ricoveri in U.O. a Media Complessità, con possibilità di utilizzo di ventilazione non invasiva e di caschi CPAP – Area sub intensiva

Rapporto 1:1 Posto letto: Caschi per pz. Covid

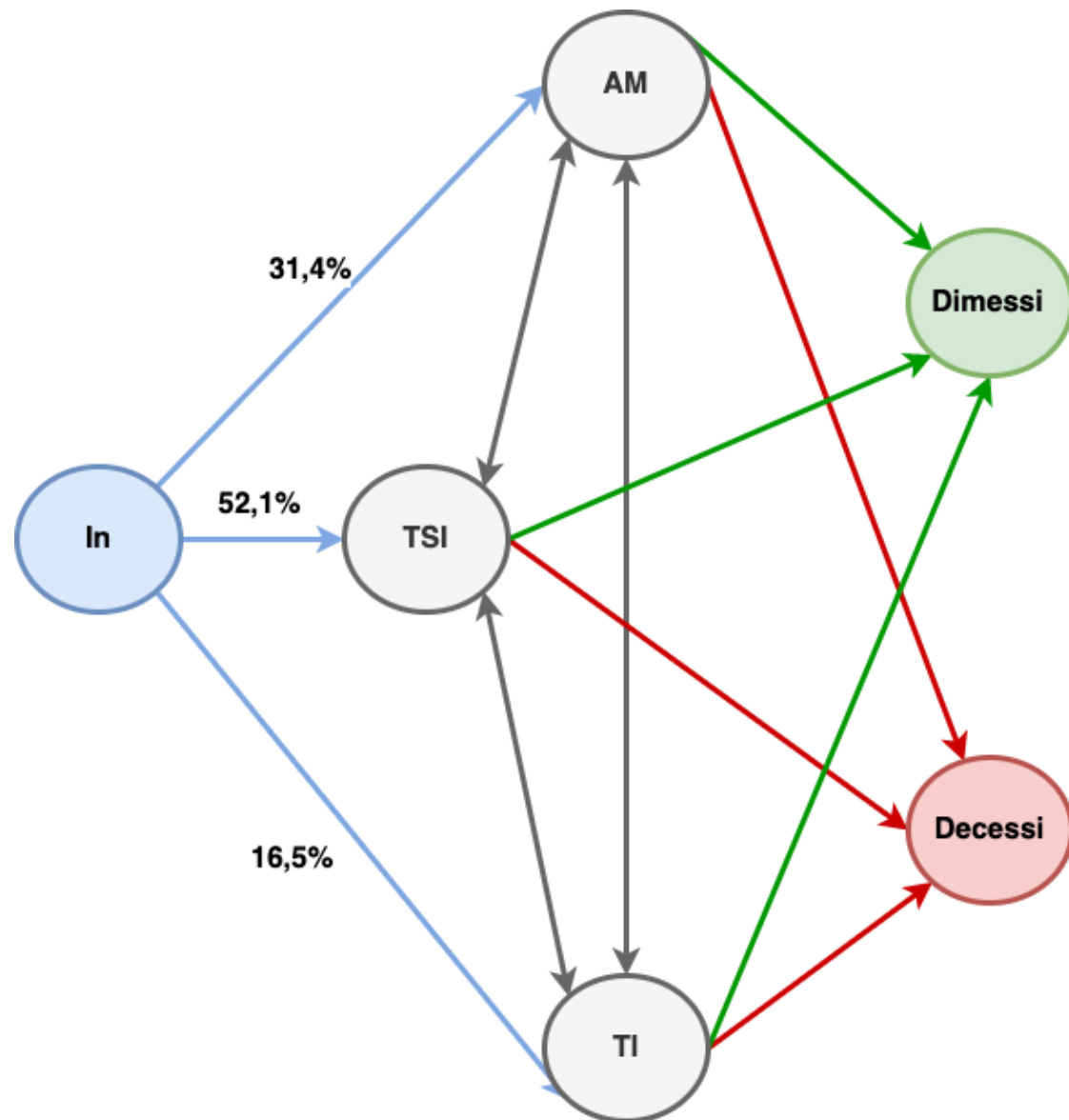


Ricoveri in U.O. a Bassa Complessità - Area medica

Ipotesi iniziali 2020

Area	Medica	Sub-intensiva	Intensiva
% Pz.	31,4%	52,1%	16,5%
Degenza media [gg]	12,16 giorni	11,39 giorni	11,31 giorni
Costo a giornata [€]	475,86 €	700,20 €	1.401,65 €
Medici/posto letto	0,1:1	0,16:1	0,60:1
Infermieri/posto letto	0,83:1	1,33:1	2,53:1

Catena di Markov



"Processo aleatorio in cui la probabilità di transizione che determina il passaggio a uno stato di sistema dipende solo dallo stato del sistema immediatamente precedente (proprietà di Markov) e non da come ci si è arrivati"

Dalla raccolta dati al modello

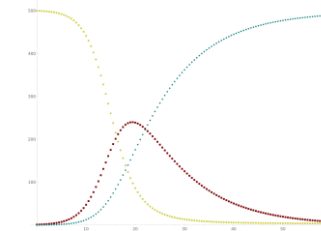
REGIONE	POSITIVI SARS-CoV2						Infermerie ospedali (capacità di ospedalizzazione)
	Recoverati con sintomi	Sintomi sintomatici	Infiammazione sintomatica	Totale attualmente positivi	Guarigione (RISULTI)	Morti	
Lombardia	4.340	475	33.351	38.166	100.115	17.752	218.433
Piemonte	1.378	110	33.311	34.791	34.612	4.444	77.811
Campania	1.497	227	48.995	50.719	31.989	228	85.432
Veneto	1.011	142	34.020	35.173	25.472	2.498	63.957
Totale Nazionale	1.484	173	26.731	28.348	28.171	4.687	63.158
Lazio	1.100	107	37.340	38.748	11.831	4.175	52.841
Toscana	1.261	100	32.464	33.825	15.661	1.403	50.987
Liguria	1.147	64	8.418	8.220	10.104	1.835	30.995
Emilia	1.022	100	31.548	31.668	7.669	1.001	24.910
Puglia	749	95	12.481	13.325	6.811	753	21.091
Marche	374	53	6.900	7.327	2.969	1.091	19.498
Abruzzo	479	38	7.180	7.647	3.309	345	11.120
Friuli Venezia Giulia	205	39	5.114	5.749	3.424	411	11.494
Lombardia	305	48	7.214	7.567	3.841	148	11.560
Apulia	117	45	6.124	6.306	3.309	239	10.054
P.A. Bolzano	287	28	6.237	6.551	2.874	320	9.848
P.A. Trento	209	12	6.050	6.261	4.938	447	9.457
Calabria	184	26	4.430	4.640	2.050	121	5.830
Valle d'Aosta	170	11	4.867	5.058	1.861	89	5.911
Basilicata	87	11	1.481	1.778	729	54	2.582
Molise	21	6	1.114	1.141	201	41	1.500
TOTALE	21.114	2.226	394.488	418.144	700.276	78.004	679.429

Dati protezione civile (regionali)

 Istat
Dati decessi 2020 per provincia



Scheda raccolta dati delle strutture

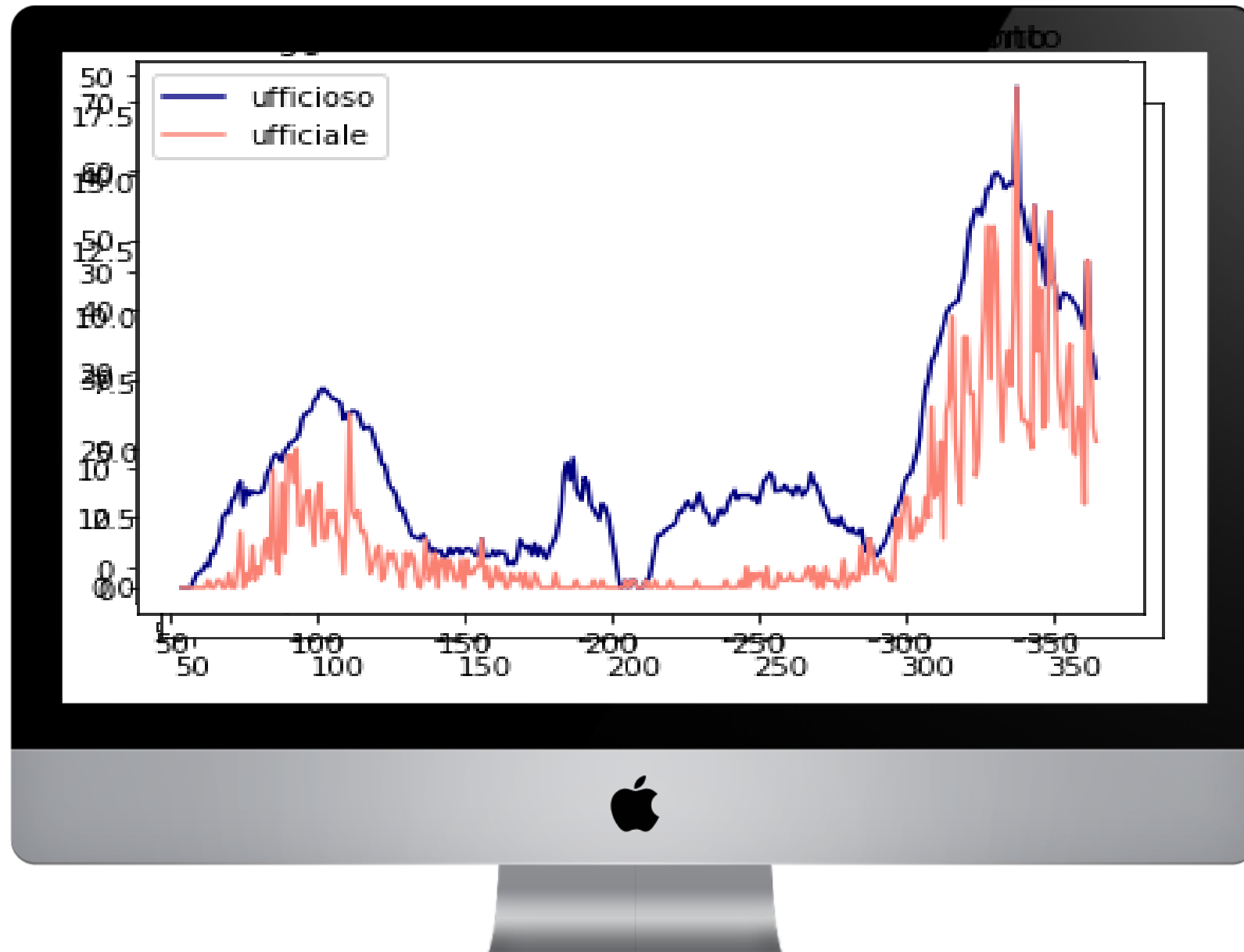


Serie storiche infetti (per provincia)

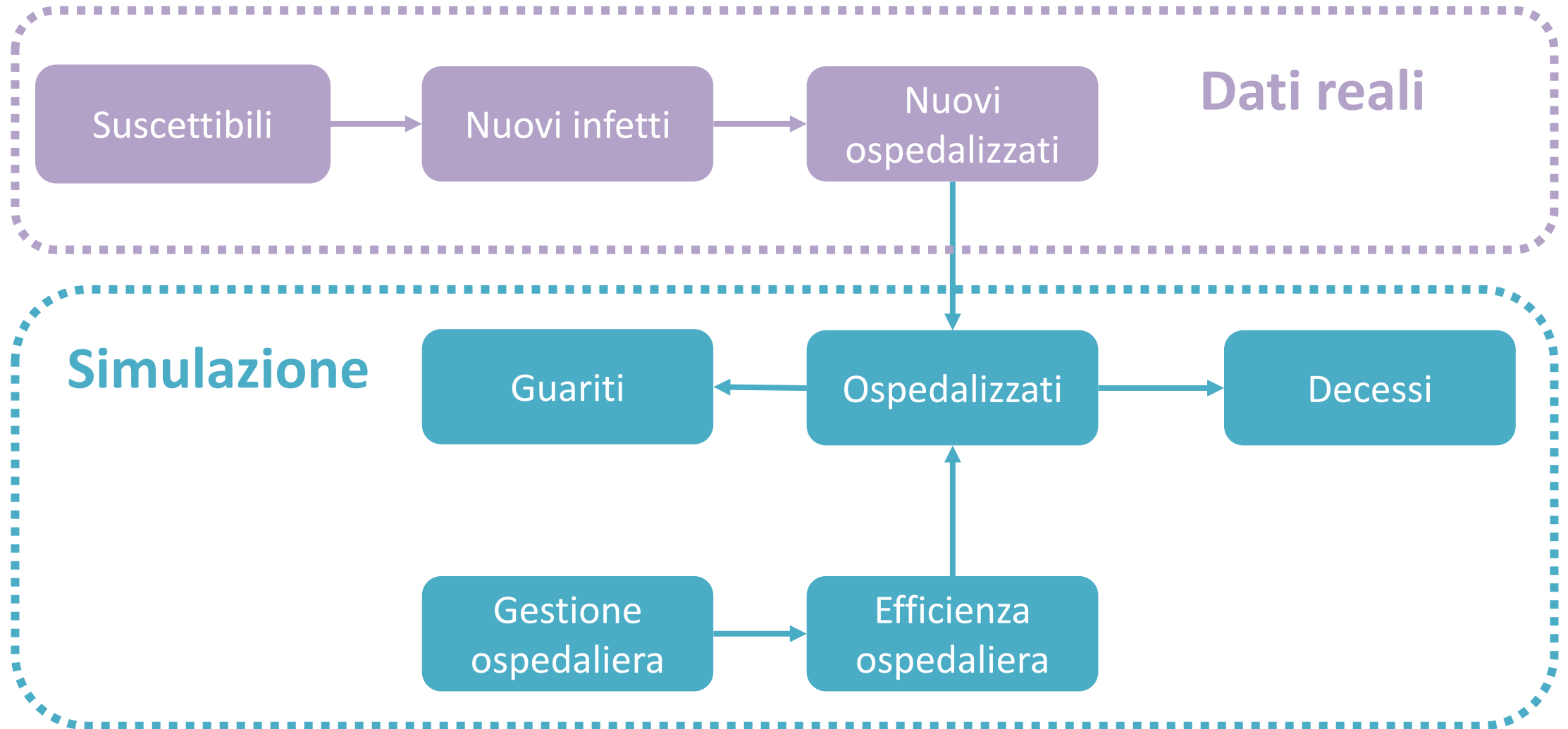


Nuove ospedalizzazioni per giorno (per provincia)

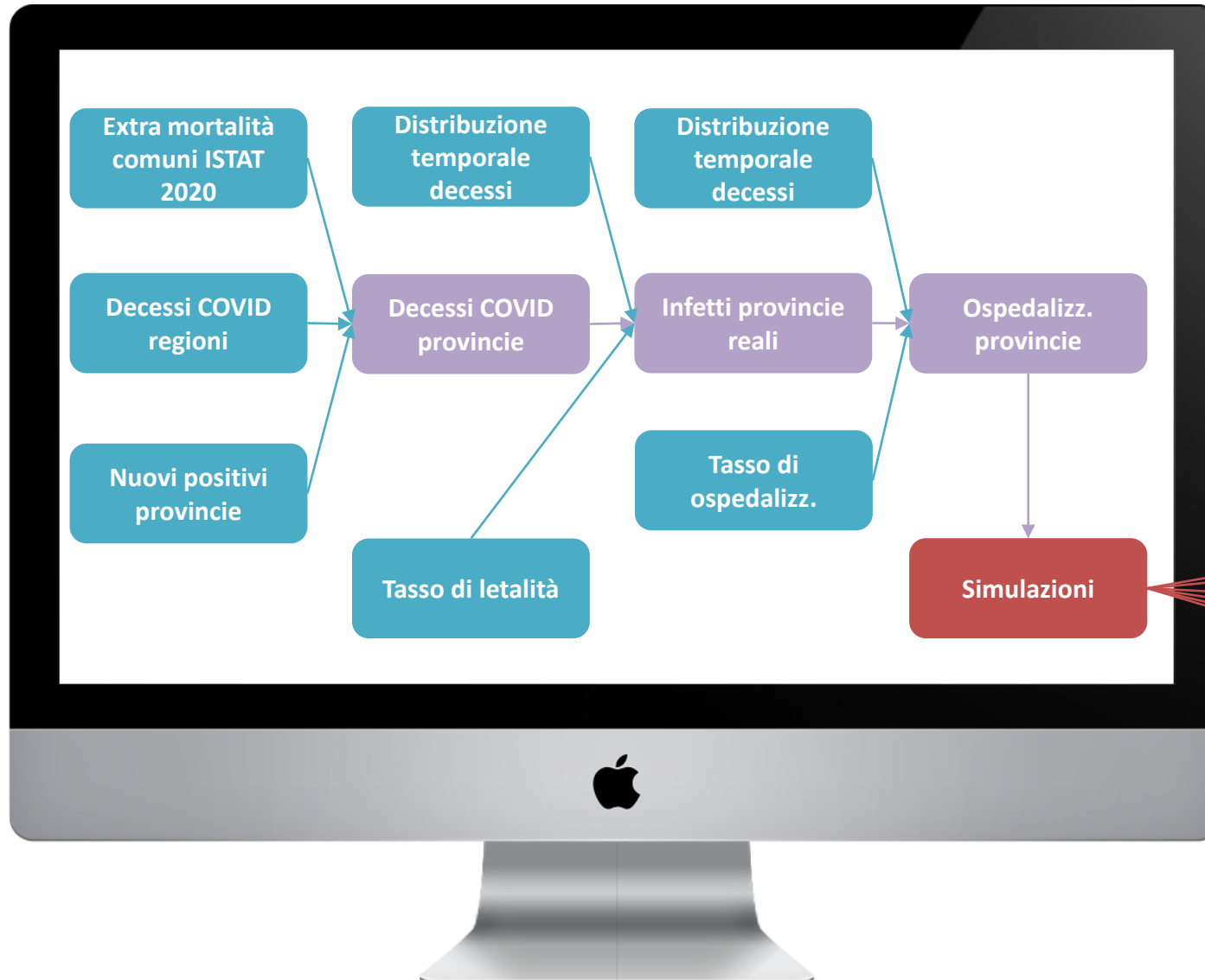
Osservazione *database*



Variabili epidemiologiche



Verosimiglianza dati



**Simulazioni su scenari
realistici**

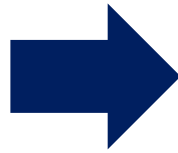


Scenari di gioco

Nome	Ampiezza bacino di utenza	Intensità Contagio	Numero di Posti Letto 2019
<i>ATS Bassa Padana</i>	Basso	Alto	Basso
<i>ATS Sempione</i>	Medio	Medio	Alto
<i>ATS Vennonetia</i>	Basso	Alto	Medio
<i>AUSL Centro</i>	Alto	Medio	Alto
<i>ASL Sud</i>	Medio	Basso	Alto

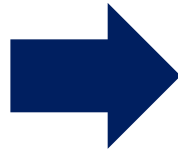
Obiettivi del gioco

Obiettivo formativo



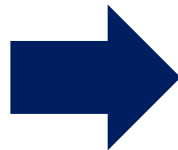
- Pensiero sistemico
- Lettura dei dati
- Gestione emergenze

Metodologia



- *System Dynamics*
- Dinamica epidemia

Scopo del modello



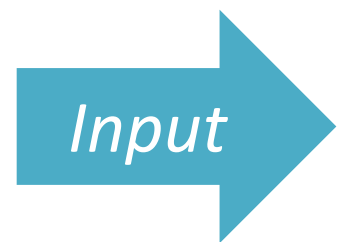
- Ideazione strategie
- Applicazione strategie
- Valutazione strategie

Applicazione
clinico-
epidemiologica
ed economica-
organizzativa

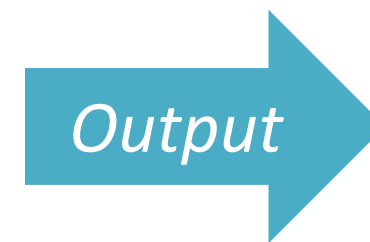
Modello *black box*

Agire sul sistema
modificandone gli

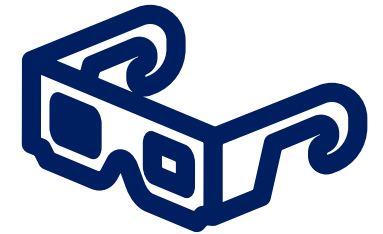
input



Black box



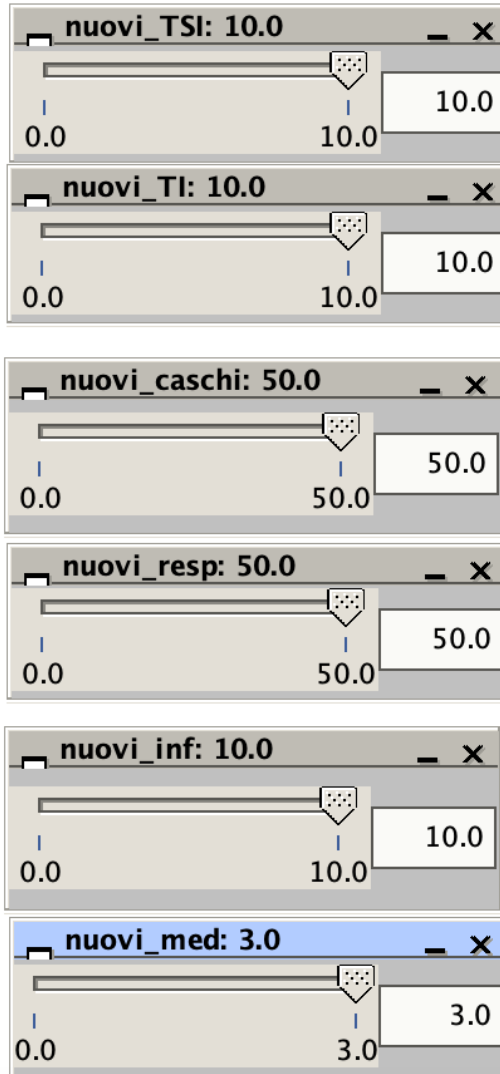
Osservare le
conseguenze delle
proprie scelte



Prendere decisioni in
base alle osservazioni

Modello *black box*

INPUT



Nuovi
posti
letto

Nuovi
dispositivi

Assunzione
personale

Black box



Il giocatore decide
(usa input) in base a
lettura output

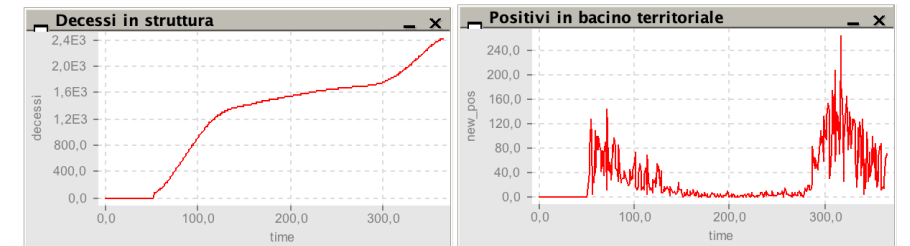
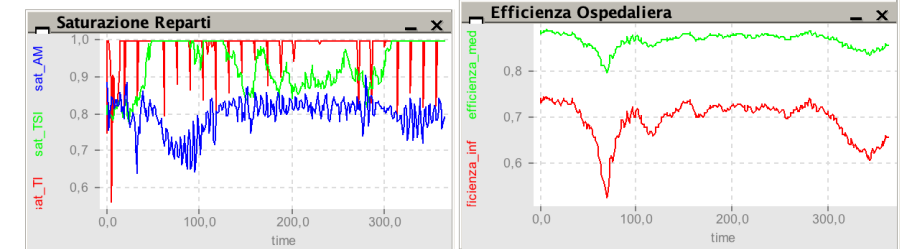
VARIABILI GESTIONALI

Posti letto in struttura

Occupati				Disponibili			
PL_TI_C	PL_TI_NC	PL_TSI_C	PL_TSI_NC	TI_C	TI_all	TSI_C	TSI_tot
16	0	400	0	11	21	133	478

Costi sostenuti nella gestione dell'epidemia

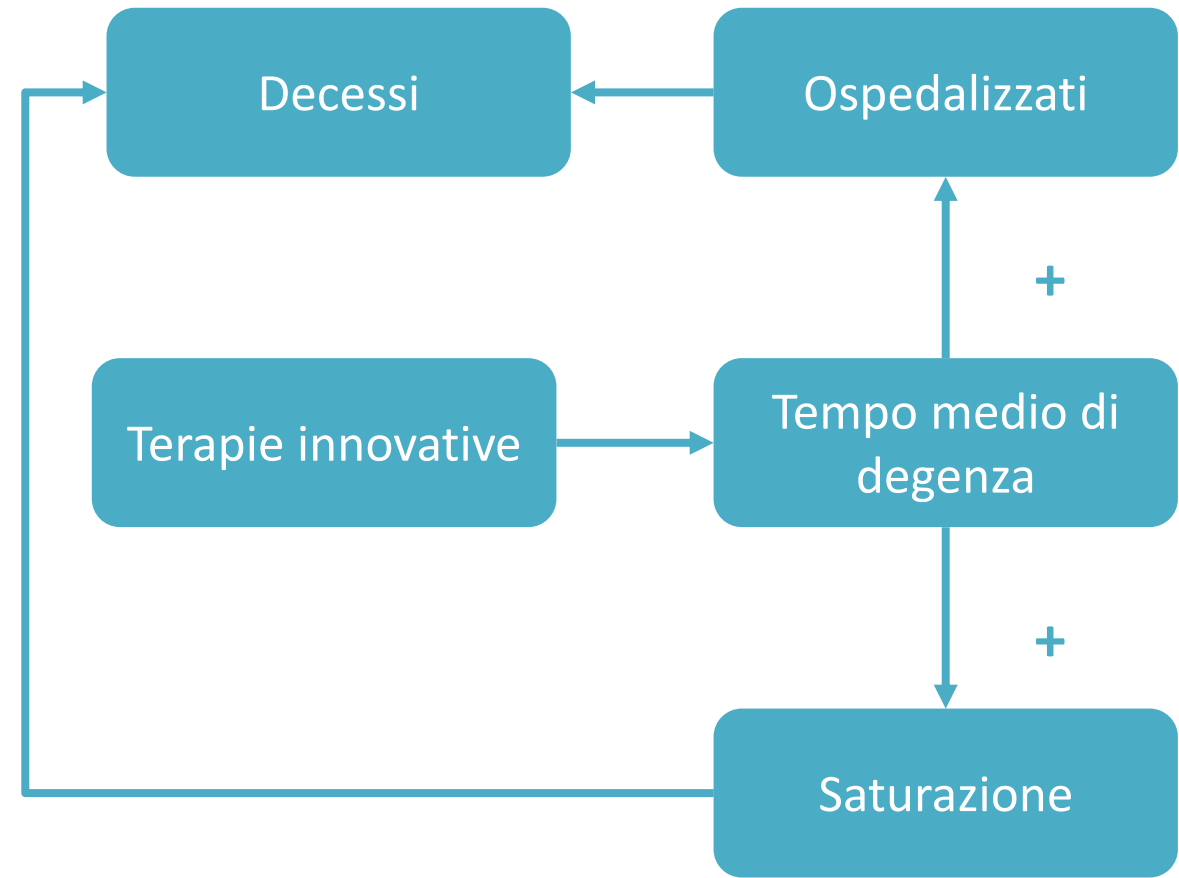
c_casc	c_inf	c_med	c_vent	c_tot
3900	949	1951	15067	21868



Effetti sistemici terapie innovative

Uso farmaci innovativi implica **riduzione costi**. Con rotazione più alta, sono necessari meno posti letto (poiché più efficaci)

Uso farmaci innovativi ha un **migliora variabili epidemiologiche**. Minore degenza media implica **minore saturazione posti letto** e quindi una **diminuzione della mortalità**



**E ora...passiamo al
manuale!**

Apertura file

- Aprire STGraph
- Andare su File → Open File → »PREVEDI.stg"
- A questo punto il modello dovrebbe essere caricato.
- Premere i pulsanti nella barra in alto in modo che appaiano in questa configurazione

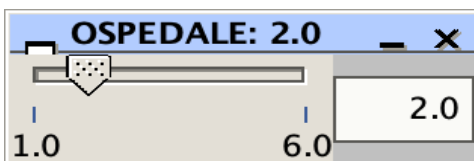


- Ora siete pronti per cominciare
- Se dovesse dare un errore all'inizio, chiudere il file (non il software) e riaprire.

Inizializzare giocata

Questo è un processo da seguire **SOPRATTUTTO** quando si cambia struttura, per essere sicuri che il software legga correttamente i dati.

1 - Definizione scenario



Selezionare scenario su cui si vuole giocare spostando il cursore da 1 a 6

2 – Scelta farmaco



Schiacciare il bottone per giocare con il farmaco innovativo. Se il pulsante è verde, allora è attivo.

5 – Resettare nuova simulazione



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) resettare la nuova simulazione. Ora siete pronti per cominciare.

4 – Inizializzare parametri



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) per inizializzare i parametri

3 – Resettare vecchie simulazioni



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) per resettare le vecchie simulazioni

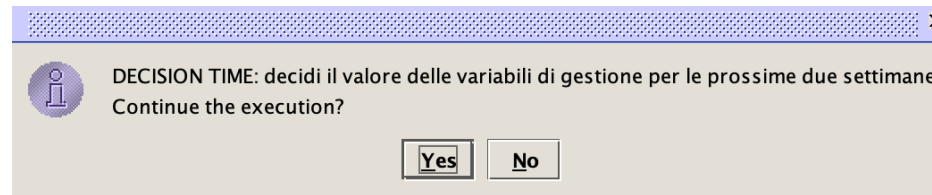
Comandi di gioco

PROSEGUIRE CON IL TEMPO



Quando si è soddisfatti delle decisioni prese e si vuole proseguire di altre due settimane premere questo pulsante e aspettare l'avviso. Per iniziare, premere questo tasto

DECISION TIME



Quando ogni due settimane si possono prendere decisioni, compare questo messaggio

NB: premere SEMPRE «Yes» se si vuole andare avanti
(«No» interrompe la simulazione e costringe a ripartire da capo)

INTERROMPERE GIOCATATA

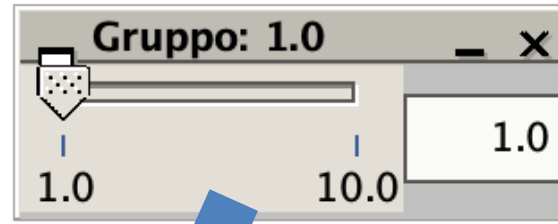


Se si vuole interrompere la simulazione prima del termine naturale premere questo pulsante (sconsigliato)

Selezione gruppo

COSA FARE

NB: prima di iniziare posizionare la levetta sul numero relativo al proprio gruppo --->



Durante la presentazione iniziale vi verrà comunicato il vostro gruppo di gioco, insieme con un numero relativo. Prima di iniziare a giocare, mettere il numero del gruppo su questa levetta, posizione in alto a sinistra

DOVE SI TROVA

NB: prima di iniziare posizionare la levetta sul numero relativo al proprio gruppo --->

SELEZIONE STRUTTURA
Con la levetta qui a lato (OSPI) si sceglie fra diversi scenari: Ambulatorio 1, ASST Bassa Padana 2, ASST Sempione 3, ASL, Varesina 4, AUSL CRA Centro 5, ASL, CRA Sud 6, Socio-Sanitario Rabbittivo.

FARMACO INNOVATIVO
Premendo questo pulsante si può fare una simulazione in cui la struttura utilizza un farmaco innovativo per la cura dei pazienti Covid. Premere solo prima di iniziare la simulazione.

OSPEDALIZZATI
MR_C Ospedal_C
486 2393
Mancati Ricoveri (%)

ANDAMENTO EPIDEMIA
Data - momento di gioco
Giorno: 30, Mese: 12, Anno: 2020
Nuovi positivi (non influenzabile): 172
Nuovi Positivi nel bacino d'utenza

VARIABILI GESTIONALI
Dotazione strutturale
new_TI_C: 0.0, new_resp: 0.0
PL_TI_C Respiratori: 36, Respiratori: 36
new_TSI_C: 0.0, new_caschi: 0.0
PL_TSI_C Caschi: 575, Caschi: 575
Pazienti e saturazione struttura
TL_C: 32, TL_NC: 0, TSI_C: 112, TSI_NC: 453
Ospedal_C: 2393, Ospedal_NC: 68452, Ospedal_Tot: 70845

Dotazione organica
new_inf: 0.0, inf_eff_inf: 2160, 41.6
new_med: 0.0, med_eff_med: 823, 80.4
Efficienza ospedaliera (%)

Costi gestione emergenza (k€)
c_disp: 0, c_pers: 0, c_PL: 0, c_tot: 0
c_disp = costo totale dispositivi (caschi e respiratori)
c_pers = costo totale di assicurazione personale (medici e infermieri), c_PL = costo totale di gestione posti letto extra (TI e TSI), c_tot = costo totale di gestione

NB: questo passaggio è molto importante perché ci permette di elaborare i dati alla fine e fare le osservazioni conclusive del gioco

Andamento Epidemia - 1

Data attuale, per orientarsi (visto che si lavora su scenari reali o realistici)

Data - momento di gioco

Giorno Mese Anno		
Giorno	Mese	Anno
30	12	2020

Data attuale (il gioco inizia il 1/1/20 e finisce il 31/12/20)

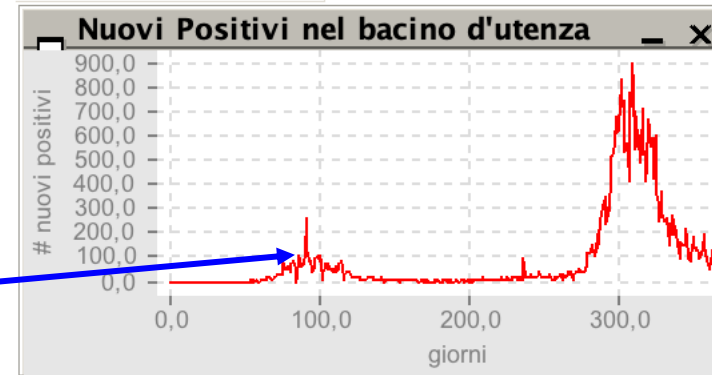
Numero di nuovi positivi al giorno t

Nuovi positivi

new_pos
172

Numero di nuovi individui positivi al giorno t nel bacino di utenza della struttura selezionata

Andamento nel tempo dei nuovi positivi al giorno t



Questo pannello serve a osservare quale sia lo stato dell'epidemia nel bacino d'utenza della struttura selezionata. Si tratta quindi di variabili esogene, fuori dal controllo del giocatore (come nella realtà, l'ospedale può gestire i pazienti ma non ha un impatto su numero di nuovi positivi). I dati riportati sono reali, e descrivono quindi l'andamento dei positivi per il 2020 per il bacino d'utenza selezionato

Andamento Epidemia - 2

Numero di guariti
cumulato nel tempo

Guariti e deceduti in struttura

Guariti	Decessi	Ratio_DG
4424	555	12,5

Numero di pazienti
deceduti e
sopravvissuti, fra
quelli presi in carico,
e il rapporto (in %)

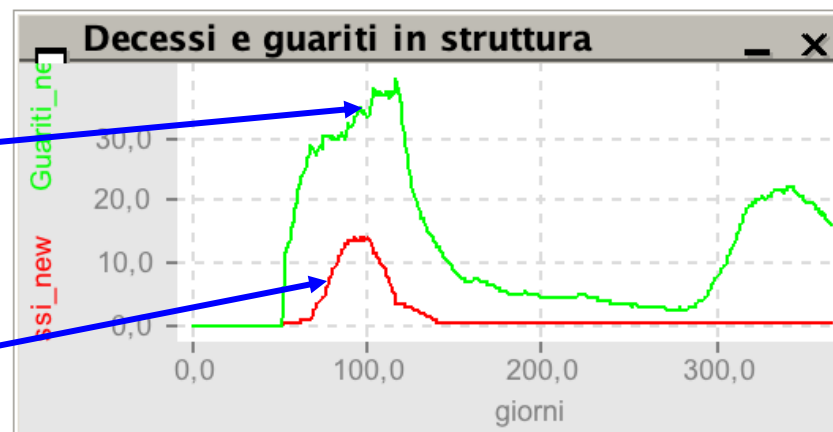
Numero di decessi
cumulato nel tempo

Rapporto (in %) fra guariti e
decessi cumulati

Questo pannello serve a quale sia il numero di pazienti guariti e deceduti, fra quelli trattati dalla struttura. Ratio_DG indica il rapporto fra decessi e guariti. Tanto più è basso, tanto meglio la struttura è stata in grado di gestire i pazienti che vi sono entrati. Le curve dei decessi e dei guariti mostra l'andamento nel tempo di queste due variabili

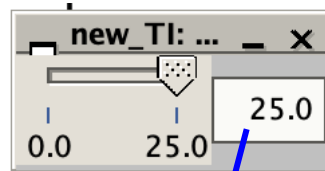
Curva verde: nuovi
guariti per giorno

Curva rossa: nuovi
decessi per giorno

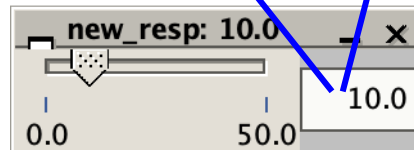


Capacità struttura (*posti letto*)

TERAPIE INTENSIVE

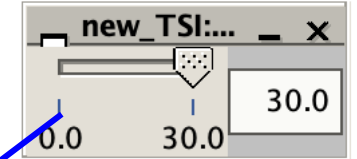


PL_TI_C	Respiratori
36	36



I posti in terapia **intensiva** si dividono in due tipologie. Posti semplici e posti Covid (che possono ospitare pazienti Covid). Per essere Covid un posto deve avere a disposizione un **respiratore**. Quindi, per creare un ulteriore posto Covid è necessario acquistare un respiratore e creare un nuovo posto letto

TERAPIE SUB-INTENSIVE



PL_TSI_C	Caschi
575	575

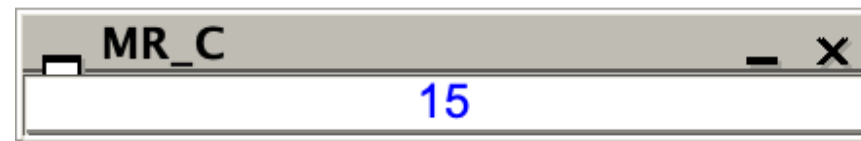


I posti in terapia **sub-intensiva** si dividono in due tipologie. Posti semplici e posti Covid (che possono ospitare pazienti Covid). Per essere Covid un posto deve avere a disposizione un **casco**. Quindi, per creare un ulteriore posto Covid è necessario acquistare un casco e creare un nuovo posto letto

Capacità struttura (*mancati ricoveri e ospedalizzati*)

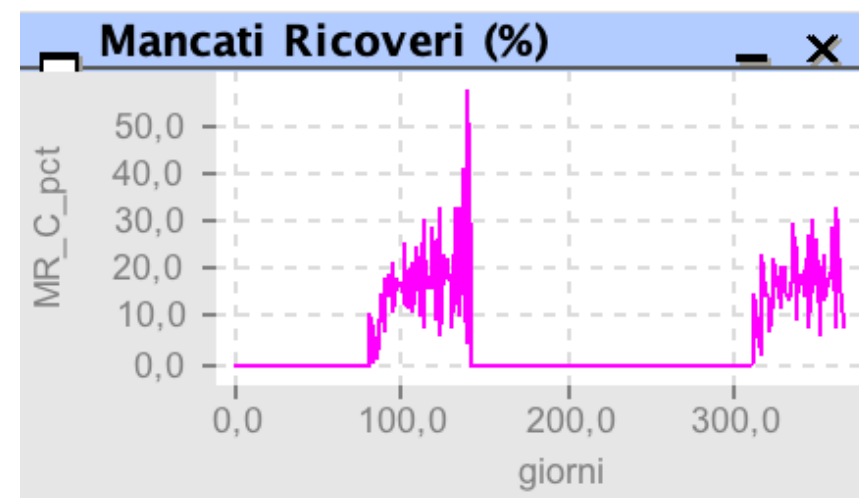
LEGENDA

MR_C = mancati ricoveri di pazienti Covid



MANCATI RICOVERI

Quando la capienza degli ospedali è piena, non si riescono più ad accogliere nuovi pazienti. Allo stesso modo, quando un paziente necessita il trasferimento in un'altra area, se non ci sono letti disponibili viene momentaneamente escluso. Il numero di mancati ricoveri è dato dalla somma dei pazienti esclusi in questi due modi



Pazienti e saturazione struttura

Pazienti e saturazione struttura

TI_C	TI_NC	TSI_C	TSI_NC
32	0	85	329

Tabella: numero di pazienti per area.
Grafico: saturazione posti letto giornaliera per area

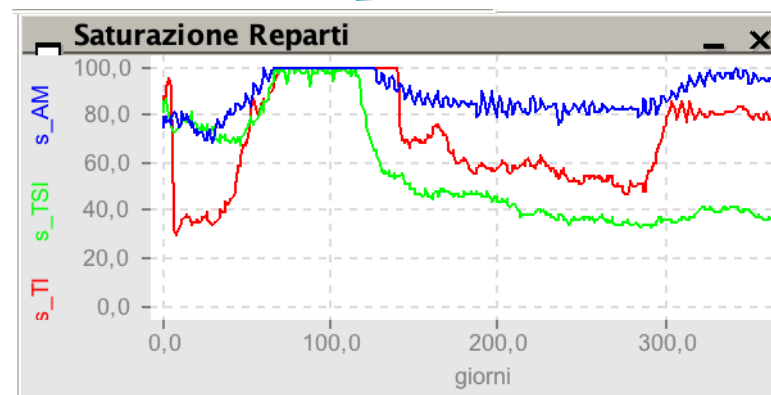
In questa tabella è raffigurato il numero di pazienti Covid e non-Covid attualmente ricoverati in terapia intensiva e sub-intensiva.



In questo grafico è raffigurata la saturazione delle tre aree. È un ottimo modo per capire come la struttura stia gestendo l'epidemia.

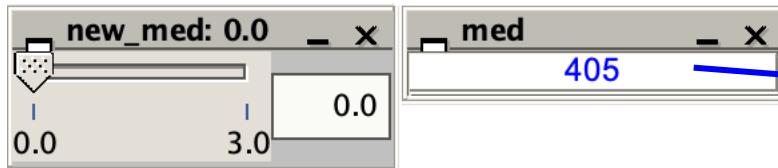
I valori sono in percentuale.

Il comportamento oscillatorio compare quando ci sono alti flussi di pazienti in ingresso e pochi posti liberi.



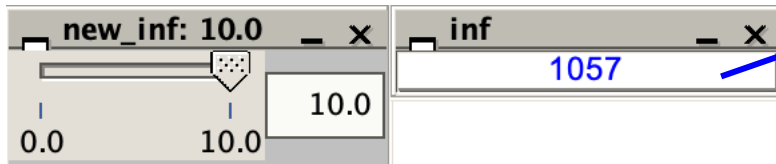
Personale ospedaliero

MEDICI



La leva new_med serve ad assumere nuovi medici. La tabella a destra mostra il numero totale di medici.

INFERMIERI

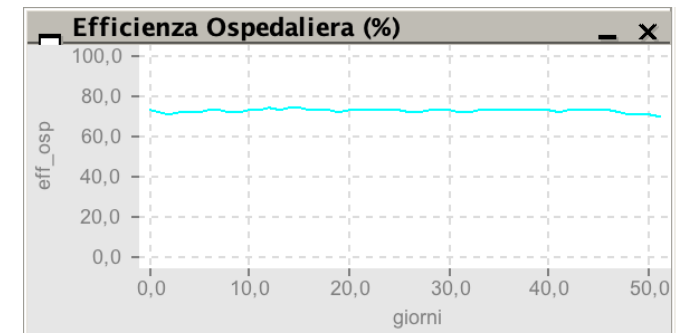


La leva new_inf serve ad assumere nuovi infermieri. La tabella a destra mostra il numero totale di infermieri.

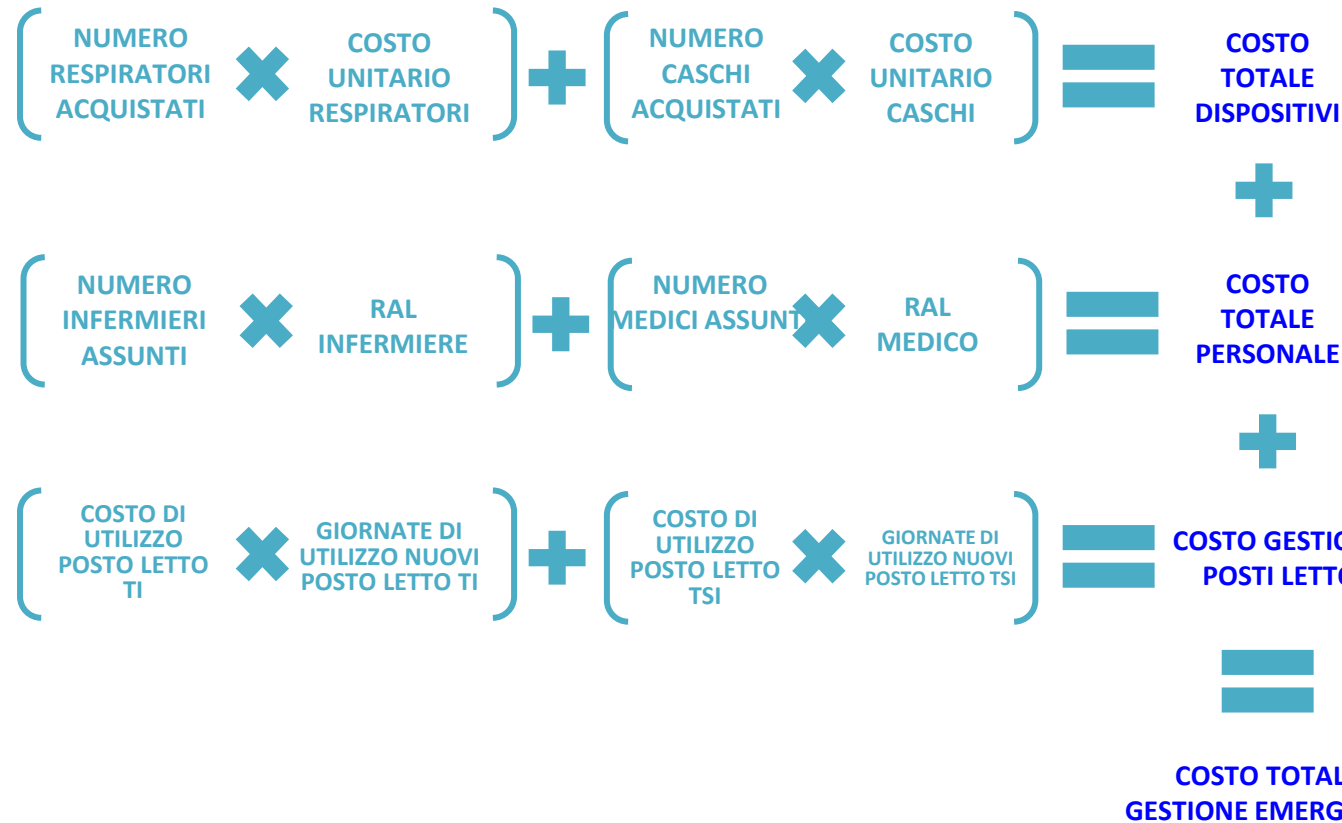
EFFICIENZA

L'efficienza ospedaliera è il rapporto fra il numero di operatori disponibili e il numero di operatori necessario, calcolato su area medica, sub-intensiva e intensiva. L'efficienza è calcolata separatamente per infermieri e medici (rispettivamente, linee viola e azzurra).

Quindi, più l'efficienza ospedaliera è alta, meglio è!



Costo di gestione dell'emergenza



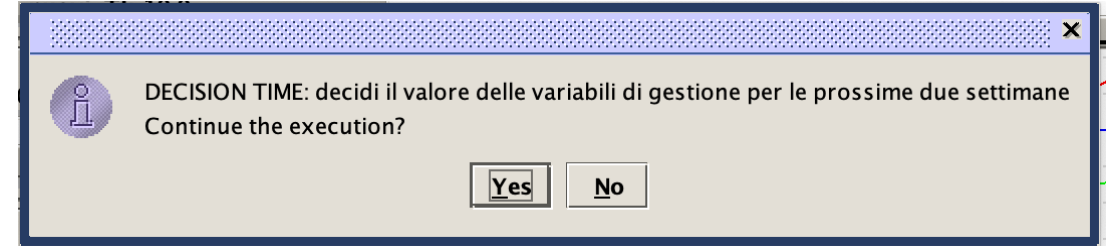
Costi gestione emergenza (k€)

c_disp	c_pers	c_PL	c_tot
0	2901	0	2901

Turni e salvataggi

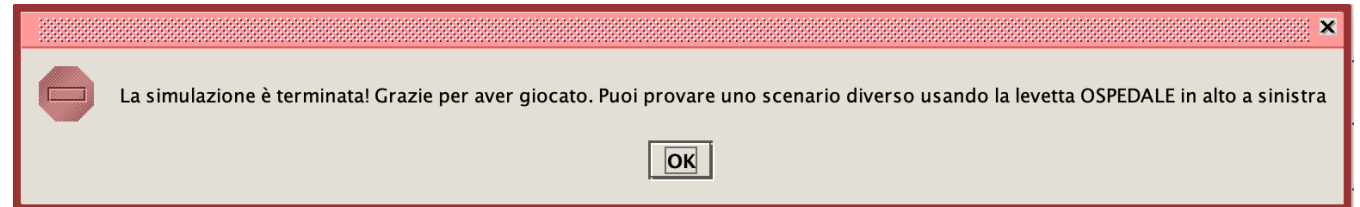
Turni

Ogni volta che compare il seguente messaggio (ogni 2 settimane di gioco) potrete prendere delle decisioni. Premete sempre Yes, se volete continuare con l'esecuzione del gioco



Termine

Una volta terminata la simulazione (quindi arrivati alla fine dell'anno), comparirà il messaggio di *stop* qui in basso



Conclusione gioco

Quando avete finito di giocare, andate nella cartella in cui è salvato il *file* di gioco. Vedrete che sono comparsi dei *file* Excel intitolati PREVEDI.xls. Inviateli: ci serviranno per le considerazioni finali. Solo le giocate completate saranno analizzate alla fine. Inviateli alla mail fbertolotti@liuc.it, fschettini@liuc.it e dbellavia@liuc.it

Importante!

1 – Resettare vecchie simulazioni



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) per resettare le vecchie simulazioni

Ricordatevi di seguire sempre questo procedimento quando cambiate scenario, altrimenti i parametri non si resettano e la simulazione viene "strana"

2 – Inizializzare parametri



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) per inizializzare i parametri

3– Resettare nuova simulazione



Schiacciare una volta su questo pulsante (nella barra in alto) resettare la nuova simulazione. Ora siete pronti per cominciare.

**Grazie per
l'attenzione...**

**...e buon
divertimento!**