

Ottimizzazione Stocastica - Università degli studi di Padova

Civico4

Simulazione Discreta - AnyLogic

Caterina Sgarbossa

Noel Simeoni

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Lo scenario e gli obiettivi	1
2	Il modello	2
2.1	Tipologie di clienti	2
2.2	Descrizione del modello	3
2.2.1	Seduti	3
2.2.2	Bancone	4
2.2.3	Abituali	4
2.3	I dati	4
2.4	Scenario Covid	5
3	Risultati	7
3.1	Confronto	8
3.2	Conclusioni	11

1 Introduzione

In seguito alla decisione di focalizzare il progetto sulla simulazione discreta è stato necessario individuare il modello da implementare e la scelta è ricaduta su un bar di Padova, il "Civico4", per svariate ragioni. In generale, risulta naturale chiedersi quanto sia stata diversa la capacità delle attività commerciali di soddisfare le richieste dei clienti a causa delle precauzioni imposte dalla pandemia e quindi quali possano essere le strategie adottabili in caso di un futuro ritorno alle limitazioni. La scelta dello specifico locale è invece avvenuta grazie alla possibilità di reperire agevolmente i dati effettivi grazie a dei contatti, col fine di produrre un'analisi più veritiera e precisa possibile.

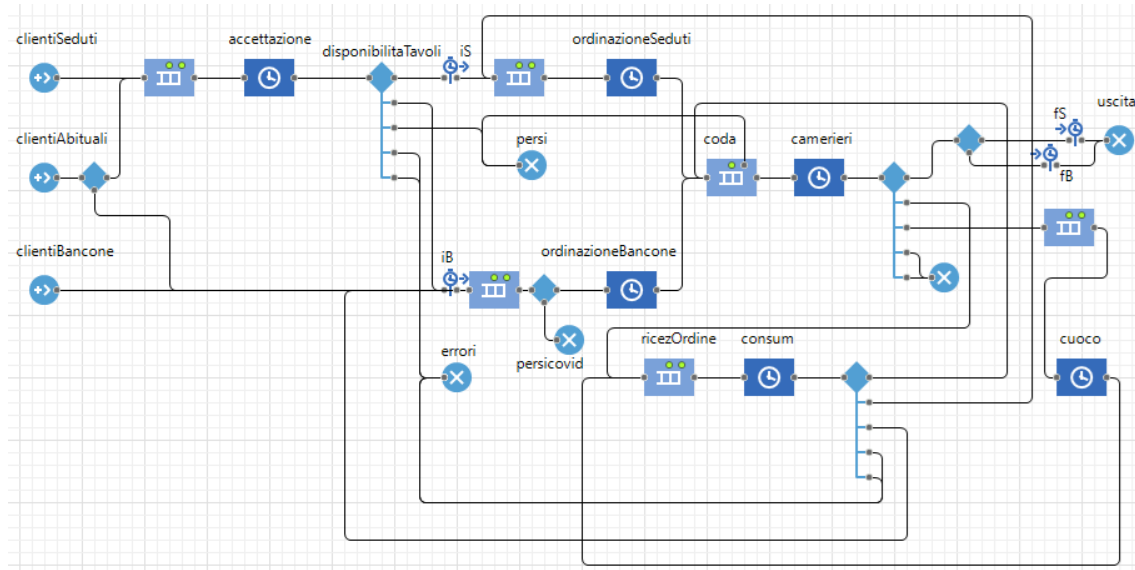
1.1 Lo scenario e gli obiettivi

Il modello generale descrive un bar che risulta aperto durante la settimana, dal lunedì al venerdì, facendo orario continuato dalle 7.00 del mattino a mezzanotte. Sono presenti 30 posti a sedere, di cui 16 all'esterno, e riesce ad ospitare fino ad una cinquantina di persone in piedi, normative permettendo, grazie alla sua dimensione e posizione.

Alcuni aspetti caratterizzanti sono la presenza di clienti abituali e della cucina, la quale nell'orario di pranzo permette di servire pasti caldi.

Il principale obiettivo è fare un confronto tra l'efficacia del locale in condizioni "normali" e in condizioni limitate dal distanziamento sociale. Con efficacia si intende la capacità del sistema di soddisfare le necessità degli utenti, evitando che essi decidano di cambiare bar, utilizzando al massimo le risorse a propria disposizione (in particolar modo il numero di camerieri che sono la variabile più facilmente regolabile in base alle necessità).

2 Il modello



2.1 Tipologie di clienti

L'*agent* del modello rappresenta i clienti di questo bar ed è caratterizzato da diversi parametri:

1. *postazione*: indica se il frequentatore occupa un posto a sedere o se invece ordina al bancone, consumando successivamente in piedi. Dato che il locale conta solo 30 coperti, i clienti seduti non possono superare tale numero.
2. *abituale*: indica la suddivisione tra frequentatori occasionali o assidui, ovvero coloro che si fermano al locale almeno tre volte a settimana e sono di conseguenza conosciuti dai camerieri.
3. *gruppo*: indica il numero di persone che arrivano nel locale e nel caso di clienti abituali è sempre assunto pari a uno. La numerosità del gruppo dipende sia dal fatto che un cliente si sieda o meno, sia dall'orario d'arrivo presso il bar.
4. *cassa*: indica se, terminata la consumazione, è giunto il momento di pagare. Infatti si assume che tutti i clienti effettuino il pagamento solo dopo aver ricevuto e terminato quanto ordinato.
5. *cibo*: si considera che solo durante il pranzo vi sia effettivamente un cuoco e quindi i clienti che arrivino nella fascia oraria 12.00 - 15.00 possano decidere di mangiare presso il bar.
6. *numeroOrdinazioni*: indica quante ordinazioni sono state effettuate. Nel modello la possibilità di richiedere altre bevande è permessa dopo le 18, orario in cui inizia l'aperitivo e in cui il locale risultava molto affollato prima del periodo Covid.

2.2 Descrizione del modello

Sono presenti tre tipi di source, differenziate in base al tipo di cliente, i quali all'interno del sistema si troveranno a compiere svariate scelte con alcune probabilità.

2.2.1 Seduti

Gli arrivi generati da *clientiSeduti* entrano in una queue a capacità infinita che ha come unico scopo quello di introdurli nel delay *accettazione* in maniera sequenziale, il quale effettua un'operazione di controllo sul numero di posti a sedere occupati. Se il numero dei posti occupati sommato alla numerosità del gruppo è inferiore o uguale a 30 l'agente ha la possibilità di "mettersi a sedere" passando dalla prima uscita del selettore posto dopo *accettazione*. In caso contrario l'agente ha 0.5 di probabilità di effettuare la propria consumazione al bancone, ottenendo un cambio del parametro *postazione* da 0 a 1, e il restante 0.5 di decidere di cambiare bar.

Una volta entrati nel bar i clienti che sono riusciti a sedersi effettuano, all'interno di *ordinazioneSeduti*, delay a capacità massima, la scelta di cosa ordinare, operazione che richiede mediamente più tempo se è loro intenzione mangiare.

Dopodiché si inseriscono in una queue, nella quale si mettono in coda assieme ai clienti del bancone, la quale sta a rappresentare l'attesa di un cameriere che venga a prendere l'ordine. Questo è anche l'unico punto del sistema in cui i clienti, al di là del proprio parametro *postazione*, possono uscire tramite *timeout*, infatti se ci vuole troppo tempo per essere serviti gli utenti si stancano di aspettare e lasciano il locale (per poter compiere questa scelta non devono ancora aver consumato nulla e i tempi richiesti per il timeout sono sensibilmente più brevi per coloro che consumano in piedi, 5 minuti contro 20).

Il delay *camerieri* a cui si accede a questo punto è il fulcro del sistema, esso infatti rappresenta il tempo che gli impiegati del bar necessitano per preparare ed eventualmente portare le ordinazioni o far pagare. Ovviamente al crescere della numerosità del gruppo di clienti aumenta anche il tempo di servizio, così come è maggiore il tempo richiesto per effettuare il servizio al tavolo rispetto a quello al bancone.

Nel selettore posto in seguito gli utenti possono solo, per ora, uscire dalla seconda o dalla terza uscita, in base alla loro volontà di mangiare (*cibo* = 1) o meno. Pertanto coloro che presentano il parametro *cibo* = 0 possono, attraverso la seconda uscita, procedere direttamente alla queue *ricezOrdine* dalla quale entrano nel delay *consum* che simula il tempo che necessitano per consumare la loro ordinazione. Ovviamente i tempi del delay sono direttamente proporzionali al valore di *gruppo* e sono in generale maggiori se, al selettore, si è passati per la cucina tramite la terza uscita. Questo percorso infatti simula, tramite il delay *cuoco*, l'opzione di consumare del cibo caldo nella fascia oraria della pausa pranzo. Di conseguenza i tempi di consumazione sono più lunghi di quelli richiesti per consumare solo qualcosa da bere o uno snack freddo.

Successivamente gli agenti arrivano in un selettore (★) che prima delle 18 permette solo di uscire dalla prima porta, la quale assegna parametro *cassa* = 1. Ciò significa che gli utenti tornano direttamente nella queue *coda*, in cui avranno la precedenza rispetto a chi non deve pagare per passare successivamente al delay *camerieri*. Qui, con tempi minori

rispetto alle altre operazioni, avviene il pagamento. Infine i clienti entrano nel selettore e obbligatoriamente (dato che $cassa = 1$) prendono la prima uscita ed escono dal sistema. Dopo le 18, invece, il selettore \star permette ai clienti di ordinare altre consumazioni con una probabilità dello 0.65. Tale opzione è stata inserita con l'obiettivo di rappresentare la tipica situazione degli aperitivi in cui vari gruppi di clienti ordinano più volte. Arrivati a questo punto però, i clienti non entrano direttamente in *coda*, ma in base alla loro postazione, tornano nelle code antecedenti i delay *ordinazioneSeduti* o *ordinazioneBancone* e ripercorrono tutto il sistema, finché non gli verrà assegnato il parametro $cassa = 1$.

2.2.2 Bancone

Un'altra source, chiamata *clientiBancone* è dedicata agli arrivi di quei clienti che non intendono sedersi ad un tavolo. Dopo la sua generazione l'agente entra in una coda di capacità massima, in cui possono giungere anche i clienti *abituali*, la quale ha il solo obiettivo di ordinare i vari arrivi. Il selettore che la segue può essere per il momento ignorato in quanto non effettua nessuna operazione. Si entra quindi nel delay *ordinazioneBancone* i cui tempi sono molto bassi in quanto si stima che quando un cliente arriva al bancone sappia mediamente già cosa intende prendere. All'uscita dal delay si giunge alla queue *coda* già descritta in precedenza, all'interno della quale i clienti del bancone hanno una probabilità dello 0.75 di essere serviti prima di quelli seduti.

Da questo punto in poi il percorso è analogo a quello degli arrivi generati da *clientiSeduti* con la differenza che un cliente che decide di non sedersi non ha la possibilità di ordinare da mangiare e che i tempi di consumazione sono inferiori.

2.2.3 Abituali

Infine è presente la source *clientiAbituali*. Questo agente arriva subito in un selettore che, con una probabilità dello 0.5, gli assegna *postazione* 0 (se possibile quindi il cliente si immette nel percorso dei clienti generati dalla prima source descritta), altrimenti il parametro assegnatogli sarà 1 (ponendolo così tra i clienti al bancone). Le peculiarità di questi utenti sono che presentano una certa probabilità di ricevere un trattamento preferenziale da parte dei serventi e che si presentano sempre come clienti singoli.

2.3 I dati

Come già detto precedentemente, si è scelto di considerare tre sources differenziando gli arrivi sulla base delle caratteristiche principali del cliente. Questa scelta è giustificata dal fatto che a seconda dell'orario della giornata i frequentatori hanno esigenze diverse: al mattino sono molte le persone che prendono un caffè al bancone, ma nessuno sceglie di pranzare in piedi. Perciò sono state utilizzate tre schedules diverse a seconda che il cliente fosse intenzionato a sedersi, consumasse in piedi o fosse abituale, differenziando poi ulteriormente il numero di arrivi sulla base del momento della giornata.

Per descrivere la numerosità dei gruppi si è scelto di utilizzare due functions diverse per i clienti seduti e in piedi, mentre si è assunto che i frequentatori assidui arrivino sempre da

solì. Anche in questo caso la function ritorna valori differenti (da 1 a 4) in base all'orario e con diverse probabilità.

```
//persone sedute
int result = 1 ;
if (time() >= 12 && time() < 15)
{ int v = (int) (Math.random() * 10); // valore tra 0 e 9 compresi
  if (v < 2) { result = 1;} // 20% di probabilità
  else if (v >= 2 && v < 6 ) { result = 2;} // 40%
  else if (v >= 6 && v < 9 ) { result = 3;} // 30%
  else if (v == 9) { result = 4;} // 10%
}

if ((time() > 8 && time() < 12) || (time() >= 15 && time() < 18))
{ int v = (int) (Math.random() * 10); // valore tra 0 e 9 compresi
  if (v < 6) { result = 1;} // 60% di probabilità
  else if (v >= 6 && v < 9 ) { result = 2;} // 30%
  else if (v == 9) { result = 3;} // 10%
}

if (time() >= 18 && time() < 24)
{ int v = (int) (Math.random() * 10); // valore tra 0 e 9 compresi
  if (v < 3 ) { result = 2;} // 30%
  else if ( v >= 3 && v < 6 ) { result = 3;} // 30%
  else if ( v >= 6 && v <= 9 ) { result = 4;} // 40%
}

return result;
```

Un'altra function viene utilizzata per descrivere in quanto tempo un cliente mediamente consuma la sua ordinazione. I valori che questa funzione restituisce cambiano sia in base al momento della giornata (un cliente ci mette meno a bere un caffè al mattino rispetto un drink la sera), sia in base alla numerosità dei gruppi. Infatti si è considerato che in linea di massima un gruppo di quattro persone perda più tempo in chiacchiere e quindi impieghi più tempo rispetto ad un gruppo di numerosità minore.

É stata poi utilizzata una table function per descrivere i turni dei camerieri, indicando che al mattino ne è presente solo uno, a pranzo due (a cui va aggiunto il cuoco), nel pomeriggio nuovamente uno mentre la sera scalano da tre ad uno col passare delle ore.

Infine sono state utilizzate una function e un event per fare in modo che dopo mezzanotte, quando i clienti non possono più arrivare perché si è giunti all'orario di chiusura, la simulazione termini nel momento in cui tutti gli agenti sono usciti dal sistema.

2.4 Scenario Covid

Si è deciso di rappresentare anche uno degli scenari di questo secondo anno di pandemia: nessun tipo di coprifuoco (perciò non vi sono variazioni sull'orario di apertura), ma in cui vi è il divieto di consumare all'interno del locale così come è richiesto il rispetto del distanziamento sociale da parte di coloro che decidono di consumare le proprie ordinazioni in piedi. Di conseguenza il "Civico4" dispone di 16 posti a sedere e lo spazio per circa una decina di consumatori in piedi.

Si assume che la gente non abbia cambiato le proprie abitudini e che si presenti al bar con la stessa frequenza che aveva prima della pandemia con lo scopo di notare quali sono le perdite dovute a questo tipo di restrizione, così come non sono stati cambiati i turni dei

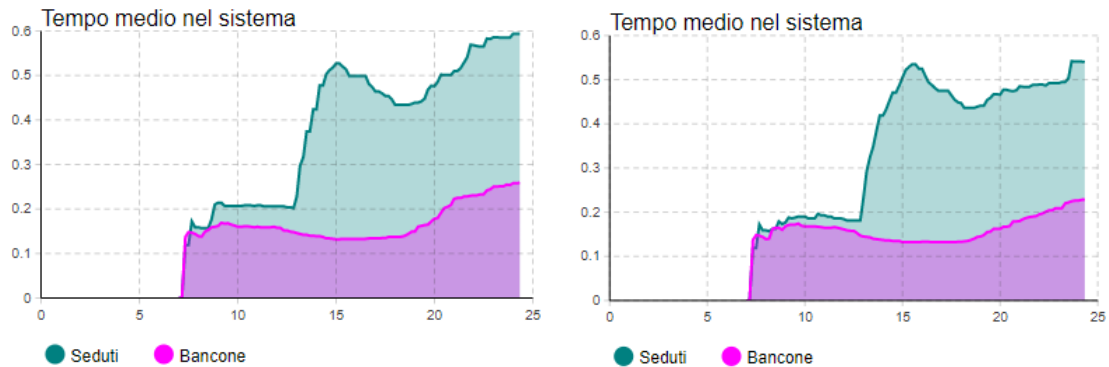
camerieri.

Perciò ad inizio simulazione è possibile scegliere lo scenario "Covid", nel quale i posti a sedere vengono ridotti a 16 ed entra in funzione il selettore posto prima del delay *ordinazioneBancone*. Esso permette agli utenti di accedere al sistema solo se $controlloPostiB = numeroBancone + agent.gruppo \leq 10$, variabile calcolata nella queue che precede il selettore in questione (*numeroBancone* è il numero di clienti che hanno ordinato al bancone e stanno bevendo in piedi).

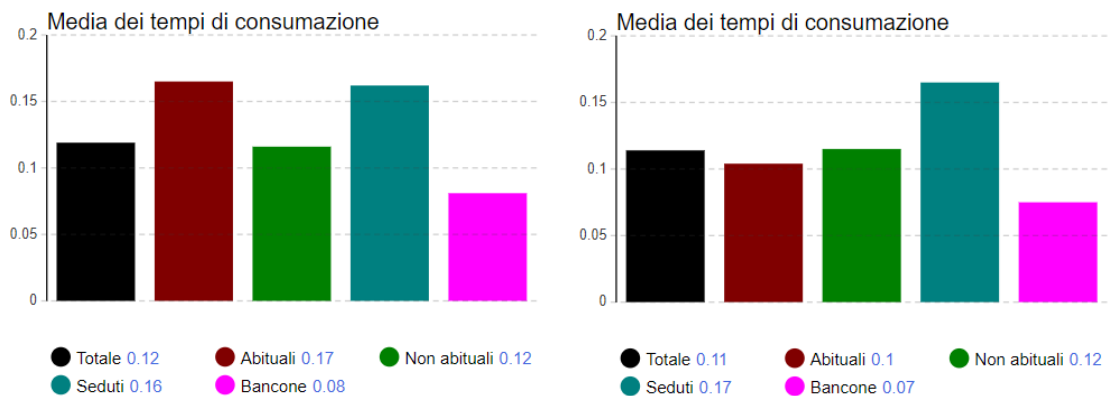
Questo non pone un limite rigido all'ingresso di utenti di questa categoria in quanto può accadere che nel tempo in cui un utente che non potrebbe entrare nel sistema passa dalla queue al selettore arrivi un altro utente che, cambiando *controlloPostiB*, sblocca il selettore. Di conseguenza il numero massimo di clienti in piedi risulta essere 14. Si è deciso di non ovviare a questo "problema" perché la quantità di persone che stanno in piedi non è vincolato strettamente da fattori come la presenza di sedie e quindi risulta così anche più simile alla realtà.

3 Risultati

Nelle pagine successive sono presenti grafici simulati con un seed fissato pari a 20, che risultano essere rappresentativi delle situazioni analizzate. Sulla sinistra troveremo i grafici relativi allo scenario precedente la pandemia, mentre sulla destra quelli dopo tale evento. In questa prima parte si esaminano i tratti comuni ai due scenari tramite l'utilizzo dei grafici: "Tempo medio nel sistema" e "Media dei tempi di consumazione".



Tramite il primo si può osservare che i clienti che prendono posto al tavolo trascorrono molto più tempo al bar, come ci si aspetta. Infatti non solo si tende a servire prima le persone al bancone, ma ci si impiega anche meno tempo per farlo, in quanto bisogna tenere anche conto del fatto che non si deve portare l'ordine al tavolo. I tempi maggiori sono anche dovuti ai tempi di consumazione, più elevati per chi si siede, come si può notare dal secondo grafico citato. Banalmente ciò dipende dal fatto che chi può stare comodo al tavolo, tende a consumare le proprie ordinazioni più lentamente. Per chi si siede si osserva infatti una media di 10 minuti per consumazione a fine giornata, mentre per i clienti al bancone una media di 5/6 minuti.

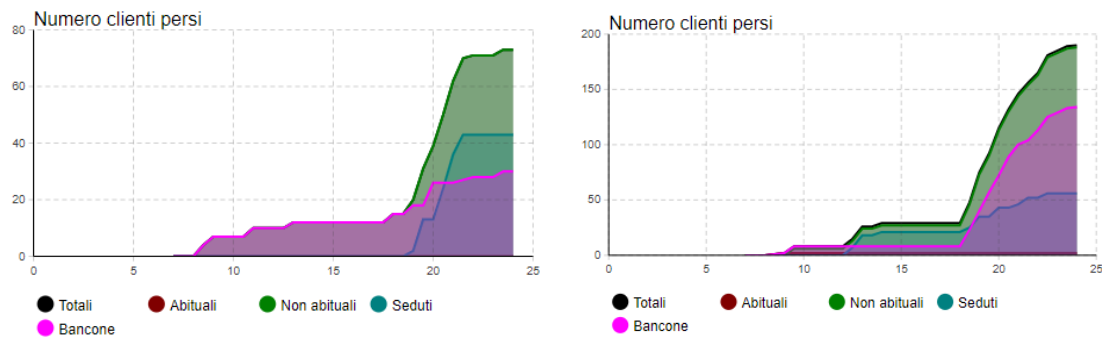


Dal grafico "Media dei tempi di consumazione" si può inoltre notare che i valori dei non abituali sono spesso uguali ai valori medi, attorno allo 0.12/0.13 (corrispondenti a circa 7 minuti e mezzo). Sono molto variabili invece i tempi di consumazione medi dei clienti abituali. Questo andamento è dovuto al fatto che i frequentatori assidui sono pochi ed è

il selettore a scegliere chi tra di loro si siede oppure consumerà in piedi. Di conseguenza le statistiche derivanti da tali clienti sono soggette ad un alto tasso di arbitrarietà, cosa che non accade per i non abituali: essi sono la somma dei clienti seduti ed al bancone e risultano essere molti, perciò le statistiche si stabilizzano.

3.1 Confronto

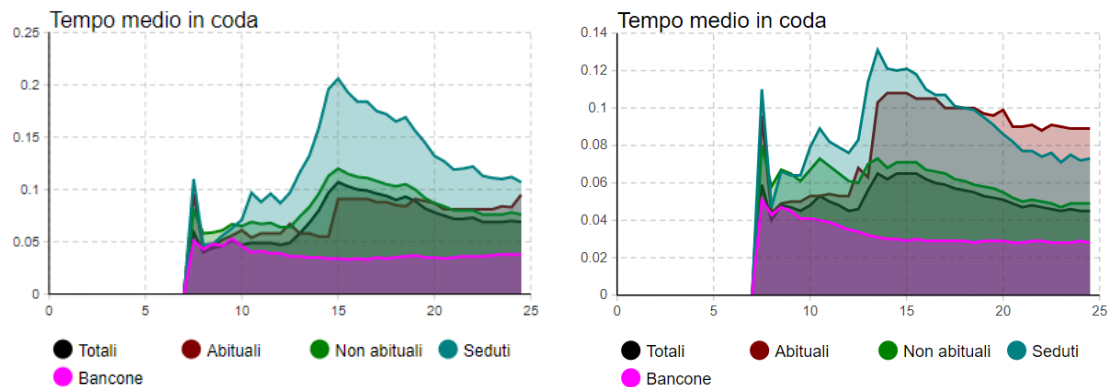
Nella seguente sezione si utilizzano i risultati di 6 diversi grafici per ottenere un confronto tra i due scenari analizzati e fornire delle proposte per eventualmente migliorare la gestione del bar nel caso Covid. La posizione dei grafici nei diversi scenari è analoga a quella sopra.



I grafici "Numero di clienti persi" permette di osservare che si perdono molti più clienti nello scenario pandemico: aumentano sia il numero di clienti seduti che quello dei clienti al bancone, ma rimangono circa zero i clienti abituali persi.

Ciò è molto importante, perché anche nel caso ottimistico in cui i consumatori arrivano al bar nello stesso modo degli anni precedenti, il bar è in grado di servire sufficientemente bene tutte le persone che la situazione post Covid permette di avere.

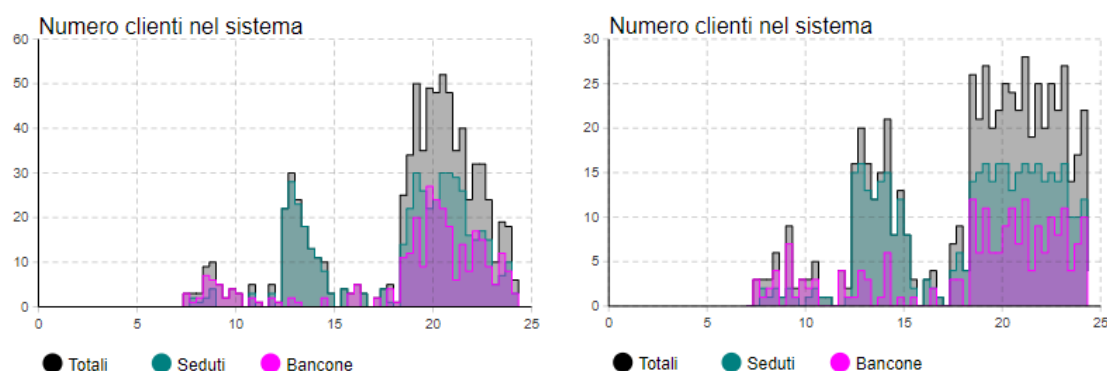
In generale si osserva comunque che la maggior parte dei clienti che non si è in grado di servire corrispondo a quelli che intendono fare aperitivo. È ciò che ci si aspetta, visto che era un locale molto gettonato durante le serate universitarie anche se risulta preoccupante come il numero di clienti persi tra i seduti riesca a superare quelli del bancone nelle ultime ore della giornata.



Mediamente i clienti che si sono accomodati attendono più tempo per ricevere il proprio ordine rispetto a quelli al bancone. Questo secondo aspetto si sottolinea a pranzo, momento in cui sono solo i clienti seduti a mangiare.

Si osserva inoltre che i clienti abituali presentano spesso dei lunghi tempi d'attesa nonostante siano tendenzialmente preferiti ai frequentatori occasionali. Ciò dipende soprattutto dal fatto che arrivano spesso quando il locale risulta già molto affollato e quindi aspetteranno di più rispetto la media giornaliera nonostante abbiano la priorità.

In generale comunque il tempo medio in coda diminuisce nello scenario pandemico, perché si accettano meno clienti al bar e quindi ce ne sono di meno in coda. Tuttavia la differenza non risulta significativa rendendo evidente come il numero di utenti nel sistema sia solo una parte del problema se si ha come obiettivo fornire un servizio più rapido per liberare più velocemente i posti a sedere. In questo modo si sottolinea la necessità di un'analisi incentrata anche sui serventi.

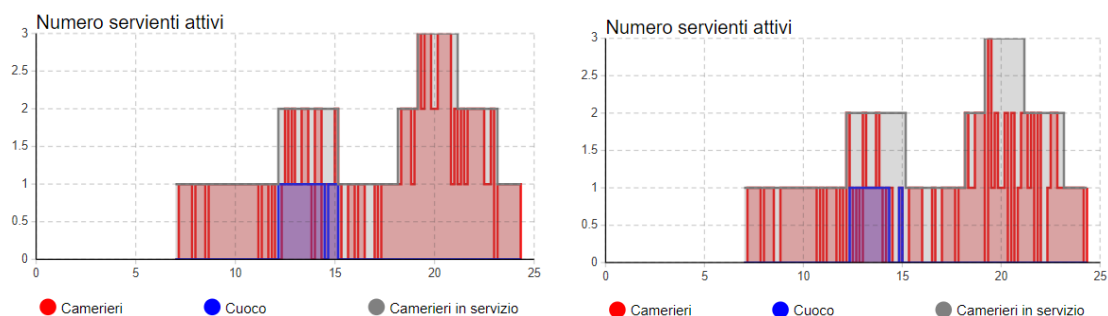


Osservando "Numero clienti nel sistema" si nota che sono molti di più i clienti presenti al bar nel periodo precedente alla diffusione del virus. Ciò è in linea con quanto visto precedentemente e con il fatto che si debbano rifiutare molte più persone quando sono in atto delle restrizioni.

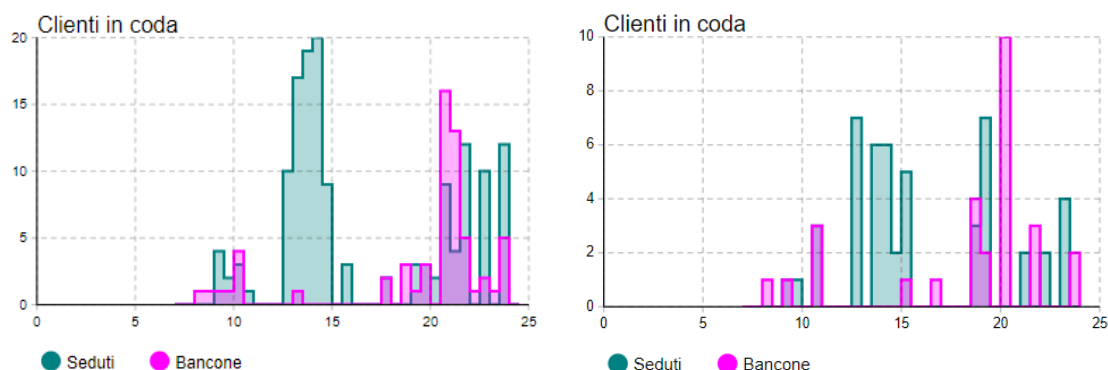
Il periodo della giornata con maggiore clientela rimane comunque quello dell'aperitivo in entrambi gli scenari. Si nota comunque che il numero di clienti seduti è molto alto anche nell'orario di pranzo.

E' interessante invece osservare come, mentre nella situazione generale, dopo le 20.00 si ha un calo costante di utenti, nello scenario "Covid" il grafico mantiene quasi lo stesso andamento dalle 18.00 alla chiusura, il che si ritrova nei grafici "Numero clienti persi" dove il primo si stabilizza dopo le 20.00 mentre il secondo continua a crescere, soprattutto per quanto riguarda i clienti al bancone.

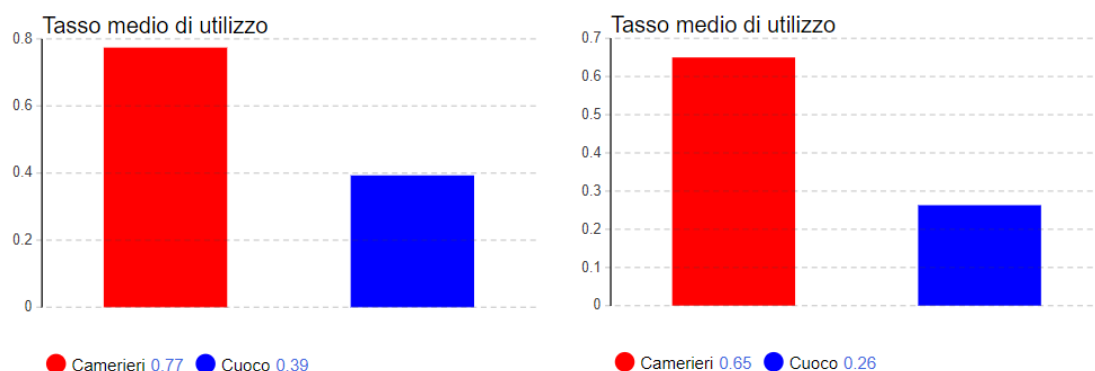
A questo punto diventa evidente che la capienza del locale sia importante ma un ruolo davvero determinante lo operano i lavoratori.



Nel caso precedente al diffondersi del virus erano necessari tutti i serventi, al punto che potrebbe risultare conveniente aumentare la loro numerosità. Il contrario avviene nel periodo della pandemia, dove, come sottolineato in "Numero serventi attivi", ci sono lunghi i periodi di inattività dei camerieri soprattutto nel momento dell'happy-hour. Per quanto riguarda il lavoro del cuoco invece le differenze risultano minime anche se non ignorabili come potrebbe apparire a prima vista, tuttavia considerando l'impennata che subiscono i tempi medi d'attesa nell'orario di pranzo è ovvio che un solo cuoco, per quanto non comporti direttamente una perdita di clienti, influisca sulla quantità di utenti che non riescono ad accedere al sistema.



Con questi due grafici si vuole evidenziare il fatto che normalmente spesso ci sono molti i clienti in coda con picchi che superano le 30 persone, durante il periodo delle restrizioni invece sono pochi coloro che attendono, infatti gli unici picchi sono registrati nell'orario del pranzo e dell'aperitivo ma mai con più di una decina di clienti in attesa.



Quanto detto in precedenza è confermato dai grafici "Tasso medio di utilizzo" in cui si nota che entrambi diminuiscono di circa 0.1. Tuttavia il basso tasso d'utilizzo del cuoco costringe a compiere una riflessione legata al fatto che probabilmente non sarebbe conveniente pagare un ulteriore cuoco per diminuire i tempi di attesa e di conseguenza di permanenza del sistema in quanto il tempo in cui i due cuochi rimarrebbero inoperativi potrebbe risultare molto alto.

3.2 Conclusioni

Tramite le analisi effettuate nello scenario in cui sono presenti alcune restrizioni riguardanti la limitazione del numero di clienti è possibile affermare che:

1. se possibile, sarebbe utile aumentare il numero di posti a sedere all'aperto, in quanto si è osservato che il numero di clienti persi è elevato, in particolar modo la sera quando il tempo medio nel sistema aumenta grazie alla possibilità di ordinare più volte e l'aumento significativo degli arrivi dovuto all'afflusso di studenti universitari. Questa conclusione è raggiungibile soprattutto nello scenario "Covid" dove i camerieri, nello specifico dalle 18.00 in poi, risultano più inoperosi. Ciò significa che sicuramente i clienti che avrebbero voluto sedersi, si perdono a causa dei pochi posti disponibili.
2. nel caso in cui non fosse realizzabile l'aumento del numero di tavoli, sarebbe necessario diminuire il numero di camerieri durante il periodo dell'aperitivo perché, dovendo rifiutare molte persone, i lavoratori sono spesso inoperosi. Perciò sarebbe consigliabile avere due soli camerieri tra le 18.00 e le 22.00, così come sarebbe sufficiente averne uno soltanto durante la pausa pranzo. In tal modo sarebbe di sicuro possibile diminuire i costi, andando perlomeno a compensare in parte le perdite dovute al grande numero di clienti rifiutati.

Purtroppo risulta evidente come le limitazioni rese necessarie dalla pandemia mettano in difficoltà le attività commerciali come il "Civico4" e che spesso l'aumento di posti a sedere non basta a compensare le perdite nei posti in piedi causate dalle normative di distanziamento sociale. Di conseguenza è necessario effettuare dei tagli nel personale, cosa tuttavia non auspicabile. Pertanto l'unica vera soluzione, in grado di garantire nello scenario "Covid" un maggiore rendimento, sarebbe quella di cambiare alcune cose a livello organizzativo e di conseguenza la struttura vera e propria del modello: aumentare i posti a sedere e formare uno dei camerieri del turno del pranzo affinché sia in grado di lavorare in cucina quando necessario o, in alternativa, aprire la cucina anche la sera rendendo il bar un luogo in cui si cena piuttosto che fare aperitivo.