



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E AZIENDALI
"MARCO FANNO"

DIPARTIMENTO DI SCIENZE STATISTICHE
CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA INTERNAZIONALE
L-33 Classe delle lauree in SCIENZE ECONOMICHE

Tesi di laurea

MODELLI DI STAGIONALITA' NELLA DIFFUSIONE DI
INNOVAZIONI

MODELLING SEASONALITY IN INNOVATION DIFFUSION

Relatore:
Prof. RENATO GUSEO

Laureanda:
DILETTA MANTOVANI

Anno Accademico 2016-2017

Indice

Introduzione.....	5
CAP. 1: Teoria del Ciclo di Vita del Prodotto.....	7
CAP. 2: Modelli base di diffusione delle innovazioni	9
Modello Standard di Bass (1969) [BM]	9
Modello di Bass Generalizzato (1994) [GBM].....	11
Modello Guseo-Guidolin (2009) [GGM]	11
CAP. 3: Modelli di diffusione con stagionalità	15
GGM con componente di stagionalità additivo:	16
GGM a due funzioni di intervento:	17
CAP. 4: Casi di studio	19
Diffusione di “Itm” nel mercato italiano	19
<i>Applicazione GGM con componente di stagionalità additivo</i>	20
<i>Applicazione GGM a due funzioni di intervento</i>	20
Diffusione di “iPod” nel mercato globale.....	21
<i>Applicazione GGM con componente di stagionalità additivo</i>	23
<i>Applicazione GGM a due funzione di intervento</i>	23
Discussione dei risultati ottenuti.....	24
CAP. 5: L’influenza della cultura nazionale nella diffusione delle innovazioni.....	27
Conclusioni.....	33
Bibliografia.....	35

Introduzione

Con l'avvento della Nuova Economia, la diffusione di un'innovazione all'interno di un mercato o di un sistema sociale è diventata una questione fondamentale per lo sviluppo e la gestione di imprese, sia private che pubbliche.

Facilitata dal notevole sviluppo tecnologico generale, la realtà attuale è caratterizzata da un futuro costantemente incerto, cicli di vita di prodotto molto brevi ed una competitività di mercato sensibilmente elevata.

In questo contesto sociale, la necessità di identificare e sfruttare al meglio i vantaggi competitivi delle imprese, ha dato il via al tentativo di sviluppare strumenti in grado di dare descrizioni e previsioni future sulla diffusione di un nuovo prodotto quanto più precise possibili, rendendole rilevanti nella determinazione di un'ideale strategia aziendale.

Al fine di prevedere il più accuratamente possibile l'andamento del processo di vendita di un'innovazione, negli ultimi decenni sono stati compiuti numerosi studi, in campi differenti, dalla quale sono nati poi vari modelli che, più o meno specificatamente, soddisfano l'obiettivo prefissato.

Questo elaborato punta all'approfondimento del paper "Modelling seasonality in innovation diffusion. Guidolin M., Guseo R.(2014) Technological Forecasting and Social Change, 86 , pp. 33-40".

Nei primi due capitoli verranno descritte le principali teorie di diffusione d'innovazione partendo dal ciclo di vita di un prodotto delle tecniche di marketing, la cui generalizzazione empirica viene ben rappresentata dal Modello di Bass (1969).

in seguito, descrivendo il Modello Generalizzato di Bass, verrà illustrata la correzione apportata al difetto del precedente di non tener conto dei fattori esogeni che influenzano il ciclo di vita di un prodotto, concludendo poi la sezione con la presentazione del Modello Guseo-Guidolin (2009).

Successivamente, ne verranno illustrate le estensioni stagionali: il Modello Guseo-Guidolin con componente stagionale additiva e la versione dello stesso a due funzioni di intervento.

Nel quarto capitolo verranno applicate al caso "Itm", un cerotto antinfiammatorio commercializzato nel mercato italiano dal 2004, e alla diffusione dell'Ipod, il famoso lettore mp3 prodotto da Apple e presentato ai consumatori a partire dal 2001.

Nella sezione finale verrà poi esposta un'ulteriore teoria di diffusione di innovazioni, basata sull'incidenza delle differenze culturali nel processo di adozione o di rifiuto di una novità. Il

tema viene trattato nel paper di Desmarchelier B. e Fang E. S. “*National Culture and Innovation Diffusion. Exploratory Insights from Agent-Based Modeling*” (2016).

In questo modo si vuole mettere in luce un aspetto aggiuntivo che spesso non viene tenuto in considerazione dagli studiosi nella costruzione delle nuove teorie, nonostante si riveli puntualmente un fattore di influenza determinante per la scelta finale del consumatore.

CAP. 1: Teoria del Ciclo di Vita del Prodotto

A partire dagli anni Sessanta del Novecento, viene elaborata la teoria del “Product Life Cycle” (PLC) che, basandosi sui dati delle vendite di un nuovo prodotto, ne interpreta la diffusione in funzione del tempo, descrivendone il trend.

Nonostante ogni prodotto presentasse una propria curva caratteristica, generalizzando i risultati ottenuti, è stato possibile individuare degli andamenti costanti, rappresentabili in un sistema cartesiano da una figura a campana che, dopo un tratto di crescita, raggiunge un “picco massimo” per poi decrescere notevolmente.

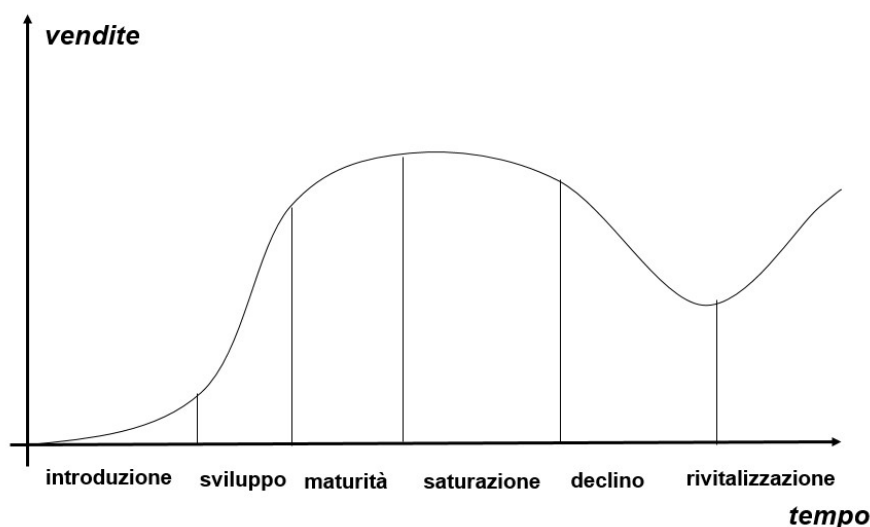


Fig.1: grafico ciclo di vita di un prodotto

Le fasi principali individuate dalla teoria PLC sono state così definite:

- *Introduzione*: quasi solo il 20% dei prodotti sopravvive a questa fase; dovendo creare la domanda, i tassi di crescita sono molto bassi e i tempi di introduzione dipendono da diversi fattori tra cui il grado di novità, la presenza di prodotti sostitutivi o la qualità di risposta alle esigenze. I profitti risultano negativi.
- *Sviluppo*: il tasso di crescita è più che proporzionale rispetto al tempo; il prodotto si diffonde nel mercato e sempre più produttori si aggiungono al “first comer”.
- *Maturità e saturazione*: le vendite rallentano, raggiungendo il punto massimo della curva in relazione alla progressiva saturazione del mercato potenziale. Questo aspetto, sommato al fatto che l’intensità concorrenziale raggiunge il suo apice, riduce il tasso di crescita che rallenta i profitti, nonostante anch’essi arrivino al loro livello massimo stabilizzandosi.

- *Declino*: in questa fase, sia le vendite che i profitti diminuiscono a ritmo crescente e vi è la presenza di un'eccedenza produttiva; le imprese che proponevano il prodotto iniziano ad eliminarlo dalla gamma, sostituendolo con uno nuovo, mentre quelle più forti attuano strategie di prezzo.

A dispetto della sua popolarità però, questa forma canonica individua solamente una parte ristretta di prodotti: si è quindi cercato di sviluppare ulteriori cicli, preservandone il nucleo concettuale ma ampliandone il campo.

È da questo intento che nasce lo schema “ciclo-riciclo”: in fase di declino, il prodotto subisce una spinta promozionale o un restyling che ne determina una “*rivitalizzazione*”, rilanciando la crescita delle vendite. Generalmente però, il nuovo riciclo presenta un picco comunque minore rispetto a quello della prima fase.

Questa curva a campana trova fondamento nella teoria di E. M. Rogers (1962) sulla diffusione delle innovazioni: secondo l'autore, il processo di diffusione ha fundamentalmente un carattere comunicativo e i consumatori non presentano la stessa propensione nel provare una novità; decide quindi di organizzarli in gruppi omogenei in base alle differenze nel tempo di adozione, associando ognuno di questi ad una precisa fase del PLC.

Individua così, nell'ordine corrispondente, le seguenti categorie di adottanti: pionieri, innovatori, maggioranza innovatrice, maggioranza ritardataria ed infine ritardatari.

Aiutato da altri studiosi e consapevole del fatto che l'adozione di un'innovazione potesse venire identificata anche come un processo mentale dell'individuo, Rogers elabora un modello a cinque stadi che descrive, appunto, il “processo decisionale d'acquisto del consumatore”:

- *Riconoscimento del bisogno*: in seguito a stimoli interni ed esterni, l'individuo viene esposto alla novità ma manca di informazioni complete a riguardo;
- *Ricerca di informazioni*: spinto dall'interesse, effettua una ricerca per ulteriori nozioni sul prodotto;
- *Valutazione delle alternative*: raccolte informazioni a sufficienza, il consumatore le utilizza per ponderare ed indirizzare la sua scelta verso il prodotto che soddisfa maggiormente i suoi bisogni e desideri;
- *Acquisto*: l'individuo sperimenta la novità nella sua realtà;
- *Comportamento successivo all'acquisto*: in base all'esperienza personale, l'agente deciderà se continuare ad utilizzare il nuovo prodotto o meno.

L'andamento canonico delle vendite può venire quindi spiegato anche dai normali meccanismi di diffusione ed adozione delle innovazioni

CAP. 2: Modelli base di diffusione delle innovazioni

Modello Standard di Bass (1969) [BM]

Negli anni Sessanta del Novecento, Frank Bass, accademico americano nel campo Scientifico e del Marketing, sviluppando completamente la curva di crescita logistica di Verhulst (1838), crea un modello statistico di diffusione in grado di generalizzare empiricamente le quattro fasi principali del ciclo di vita del prodotto (introduzione, sviluppo, maturità, declino).

Idea di fondo del modello è che le scelte di adozione siano influenzate esclusivamente da uno dei due tipi di informazione: esterna, quando è dovuta alla comunicazione di marketing dell'impresa, oppure interna, se è spinta dal "passa-parola" creatosi grazie all'interazione sociale.

In base alla caratteristica dell'informazione che influenza il consumatore, Bass individua anche due rispettive tipologie di acquirenti potenziali: gli innovatori e gli imitatori.

Un'equazione differenziale di primo ordine rappresenta formalmente il modello:

$$z'(t) = \left(p + q \frac{z}{m}\right) (m - z) \quad (1.1)$$

dove la derivazione di $z(t)$, il numero di adozioni cumulate al tempo t , individua il processo di accumulo delle vendite. L'equazione può essere riorganizzata come:

$$z'(t) = p(m - z) + q \frac{z}{m} (m - z) \quad (1.2)$$

p e q sono rispettivamente i coefficienti di innovazione e di imitazione, entrambi maggiori di zero; m è il mercato potenziale o "carrying capacity", mentre $(m - z)$ costituisce il mercato residuo.

Nei due addendi di (1.2) si identificano, in ordine, l'effetto innovativo del processo dovuto all'azione esterna, direttamente proporzionale al mercato residuo, e l'effetto imitativo spinto dal cosiddetto "word of mouth", corretto da una penalizzazione decrescente che interpreta la pressione che gli innovatori producono verso gli imitatori.

Si può notare che al tempo $t = 0$, $z'(0) = pm$, che corrisponde al livello costante di pionieri presenti nel mercato nella primissima fase del processo, il quale assume, fin da subito, un andamento decrescente. A differenza di questi, gli imitatori, inizialmente nulli, cresceranno fino al tempo t^* per poi tendere nuovamente a 0.

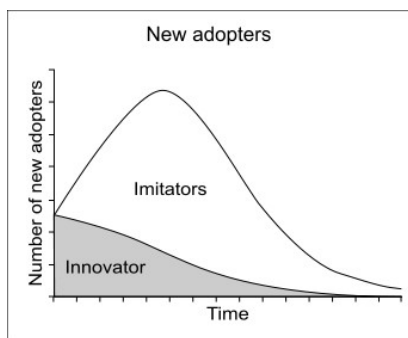


Fig.2: comportamento imitatori e innovatori

Ponendo $y = \frac{z}{m}$, l'equazione del modello può essere riformulata come:

$$y' = (p + qy)(1 - y) \rightarrow y' + qy^2 + (p - q)y - p = 0 \quad (2)$$

(2) corrisponde ad un caso particolare dell'equazione di Riccati a coefficienti costanti (un genere di eq. differenziale ordinaria, quadratica nella funzione incognita) le cui radici sono $r_1 = -\frac{p}{q}$ e $r_2 = 1$. La soluzione passante per $y(0) = 0$ è:

$$y(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \quad (3)$$

Poiché $z = ym$:

$$z(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \quad (4)$$

Il punto di flesso di $z(t)$ corrisponde al momento in cui il processo di adozione raggiunge il picco massimo e le vendite, successivamente, cominciano a diminuire. Tale punto critico è funzione dei parametri p e q che caratterizzano la dinamica, precisamente:

$$t^* = \frac{\ln\left(\frac{q}{p}\right)}{p + q} \quad (5)$$

In corrispondenza a t^* il livello di saturazione è pari a:

$$z(t^*) = m \left(\frac{1}{2} - \frac{p}{2q} \right). \quad (6)$$

Il BM, quindi, spiega l'evoluzione delle vendite di nuovi prodotti in base al mercato potenziale e ai coefficienti di innovazione ed imitazione della popolazione degli acquirenti.

La sua facilità d'interpretazione, data dall'utilizzo di soli tre parametri (p , q , m), e la relativa semplicità di calcolo delle stime hanno reso questo strumento la base fondamentale da cui far partire nuovi studi più complessi. Rilevando le principali carenze e i maggiori difetti del sistema, infatti, sono nate numerose estensioni più precise e pertinenti alla realtà.

Modello di Bass Generalizzato (1994) [GBM]

Lo sviluppo Generalizzato del modello di Bass nasce dalla necessità di inserire l'effetto di alcuni fattori esterni, in grado di modificare la velocità del processo di diffusione di un'innovazione, anticipando o ritardando le adozioni.

Tenendo comunque costante il mercato potenziale, viene aggiunta alla versione standard del modello la funzione $x(t)$: tale funzione è integrabile in domini limitati e non negativa, cattura l'influenza del marketing mix e della strategia dell'impresa sull'andamento delle vendite di un nuovo prodotto.

L'equazione del GBM è dunque:

$$z'(t) = \left(p + q \frac{z(t)}{m} \right) (m - z(t)) x(t) \quad (7)$$

Si può notare che, in assenza di fattori esogeni, $x(t)$ è pari ad uno ed il modello si riduce alla semplice versione standard di Bass; ciò avviene anche nel caso in cui assuma un valore costante in un preciso arco temporale.

Quando $0 < x(t) < 1$ si assiste ad un rallentamento nella diffusione, ossia una dilatazione del tempo, mentre se $x(t) > 1$ si avrà una contrazione temporale che produrrà una sollecitazione del processo.

La soluzione generale del GBM per $z(0) = 0$ è:

$$z(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q) \int_0^t x(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q) \int_0^t x(\tau) d\tau}} \quad (8)$$

Le equazioni mostrano come il mercato potenziale, m , non sia forzato ad avere nessuna forma specifica e che la funzione di intervento esterna sia in grado di anticipare o ritardare il numero di adozioni, senza però influenzare il valore dei parametri m, p e q .

Caratteristica positiva del modello Generalizzato di Bass è data dal fatto che, a meno di disturbi stocastici, il futuro viene incorporato nel modello stesso tramite $x(t)$, rendendo possibile, con precise ipotesi, una simulazione di mercato. Questa flessibilità controllata del modello consente di comprendere meglio la condizionabilità delle previsioni e l'indipendenza strutturale dei parametri naturali (m, p, q) da quelli che caratterizzano la funzione di intervento $x(t)$.

Modello Guseo-Guidolin (2009) [GGM]

Assumere che il mercato potenziale $m(t)$ sia costante nel tempo è un'ipotesi che si discosta in modo importante dalla realtà. È da questa critica che si sviluppano gli studi che porteranno alla

prima costruzione del modello di diffusione Guseo-Guidolin, estensione del BM, secondo cui il risultato del processo di diffusione è dato dalla sinergia di due distinte forze: la comunicazione e l'adozione.

“Osserviamo che questa variabilità [di $m(t)$] è particolarmente evidente nella prima parte della diffusione, chiamata “incubation period”, dove il successo di un’innovazione è ancora incerto e può dipendere da diversi elementi[.]. Sosteniamo che in questa fase l’attività di marketing e di management giochino un ruolo cruciale nello stimolare il decollo (take off) del prodotto” [Guseo, Guidolin, 2009].

Secondo il GGM dunque, le attività di marketing e promozione hanno un peso rilevante principalmente nella fase di incubazione del prodotto, mentre la comunicazione interna e il “word of mouth” caratterizzerà di più la parte successiva; di conseguenza, il mercato potenziale risulta dipendente dalla rete di scambio di informazioni fra individui.

$k(t)$ è il numero di persone informate: se corrisponde ad $m(t)$ si ha una situazione in cui ogni persona informata ha di conseguenza anche adottato l’innovazione. Poiché questo rappresenterebbe un caso limite, nella realtà ci si aspetta $m(t) > k(t)$ per beni il cui acquisto sia replicabile

Definendo p_c e q_c rispettivamente i componenti di innovazione e di imitazione del processo di comunicazione, il mercato potenziale è indicato come:

$$m(t) = K \sqrt{\frac{1 - e^{-(p_c+q_c)t}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c+q_c)t}}} \quad (9)$$

Appare evidente come $m(t)$, dipendendo dalla crescita della diffusione dell’informazione, possa variare nel tempo, in direzione negativa o positiva, in base alla qualità e allo sviluppo della comunicazione.

Generalizzando il modello Guseo-Guidolin (2009), le vendite istantanee risultano essere:

$$z'(t) = \left(p + q \frac{z(t)}{m(t)} \right) (m(t) - z(t))x(t) + z(t) \frac{m'(t)}{m(t)} \quad (10)$$

Il secondo addendo, $z(t) \frac{m'(t)}{m(t)}$, rappresenta l’effetto di “auto-rinforzo” collettivo (crowding-effect) che fa aumentare o diminuire le vendite in base al segno di $m'(t)$.

Nella più semplice forma senza interventi esterni ($x(t)=0$) il modello di Guseo-Guidolin ha la seguente struttura cumulata normalizzata:

$$W(t) = W(t; p_c, q_c, p_s, q_s) = \sqrt{\frac{1 - e^{-(p_c+q_c)t}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c+q_c)t}} \frac{1 - e^{-(p_s+q_s)t}}{1 + \frac{q_s}{p_s} e^{-(p_s+q_s)t}}} \quad (11)$$

dove p_c e q_c corrispondono ai parametri della comunicazione che rendono variabile $m(t)$, mentre p_s e q_s esprimono le dinamiche delle adozioni a cui faranno riferimento i dati di vendita.

In forma assoluta l'equazione diventa:

$$z(t) = K W(t; p_c, q_c, p_s, q_s) = K \sqrt{F_{BM}(t; p_c, q_c)} G_{BM}(t; p_s, q_s) \quad (12)$$

$z(t)$ sono le adozioni cumulate; $W(t; p_c, q_c, p_s, q_s)$ è la funzione di distribuzione data dal prodotto tra la radice della funzione che descrive la comunicazione e la funzione che rappresenta il processo adottivo.

Le adozioni istantanee sono quindi espresse da:

$$z'(t) = K W'(t; p_c, q_c, p_s, q_s) = K w(t; p_c, q_c, p_s, q_s) \quad (13)$$

ove:

$$w(t) = w(t; p_c, q_c, p_s, q_s) = \frac{1}{2} F_{BM}(t)^{-\frac{1}{2}} G_{BM}(t) f_{BM}(t) + \sqrt{F_{BM}(t)} g_{BM}(t) \quad (14)$$

$$\text{in cui:} \quad f_{BM}(t) = F'_{BM}(t) \quad \text{e} \quad g_{BM}(t) = G'_{BM}(t) \quad (15)$$

Per scopi di calcolo, (14) può essere approssimata da una versione discreta:

$$\tilde{w}(t; p_c, q_c, p_s, q_s) = [W(t + 0,5; p_c, q_c, p_s, q_s) - W(t - 0,5; p_c, q_c, p_s, q_s)] \quad (16)$$

la versione discreta della densità, $w(t) \simeq \tilde{w}(t)$, è molto efficace.

Una versione perturbata del GGM può essere identificata, in modo diretto, con:

$$z(t) = K \sqrt{F_{BM}(t; p_c, q_c, \vartheta)} G_{BM}(t; p_s, q_s, \xi) \quad (17)$$

Specificando le due funzioni di controllo esogene come $x_F(t) = x_F(t, \vartheta)$ e $x_G(t) = x_G(t, \xi)$, che agiscono rispettivamente su $F_{BM}(t; p_c, q_c, \vartheta)$ e $G_{BM}(t; p_s, q_s, \xi)$, si ha:

$$F_{GBM}(t; p_c, q_c, \vartheta) = \frac{1 - e^{-(p_c+q_c) \int_0^t x_F(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c+q_c) \int_0^t x_F(\tau) d\tau}} \quad (18.1)$$

e:

$$G_{GBM}(t; p_s, q_s, \xi) = \frac{1 - e^{-(p_c+q_c) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c+q_c) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}} \quad (18.2)$$

CAP. 3: Modelli di diffusione con stagionalità

Come già anticipato nell'introduzione di questo elaborato, la capacità di compiere previsioni sugli sviluppi che il ciclo di vita di un prodotto innovativo avrà all'interno del mercato, assume un'importanza fondamentale nella realtà dell'impresa che deve attuare strategie di marketing profittevoli.

Molti prodotti, al giorno d'oggi, presentano una forte stagionalità ed è diventato necessario introdurre questo aspetto all'interno degli strumenti matematico-statistici, al fine di ottenere previsioni corrette.

Nel campo dei disegni di diffusione delle innovazioni, il paper "Seasonal marketing ad timing new product introductions" di S. Radas e S.M. Shugan(1998), rappresenta un lavoro pionieristico fondamentale: la stagionalità viene considerata come modello già costituito e dato dal sistema stesso, indipendentemente dagli agenti economici.

Hylleberg definisce il concetto di stagionalità come il *"sistematico, sebbene non necessariamente regolare, movimento annuale causato dai cambiamenti del clima, del calendario e dalle tempistiche delle decisioni, direttamente o indirettamente, attraverso decisioni di consumo e produzione fatte dagli agenti economici"*.

La stagionalità è particolarmente rilevante nel medio e nel breve periodo sia per la previsione della domanda che per l'organizzazione dell'offerta poiché, sistematicamente, genera periodi con vendite elevate (il cosiddetto "picco") ed altrettanti con vendite minori. Le festività natalizie, per esempio, generano un picco di vendite a Dicembre.

In "Modeling seasonality in new product diffusion" gli studiosi sostengono che l'utilizzo di dati mensili o trimestrali nell'applicazione dei modelli, rispetto alle rilevazioni annuali, perfezioni significativamente le stime dei parametri. La ragione principale di questo miglioramento è dovuta alla riduzione dell'incertezza dei dati tra gli intervalli considerati, che veniva generata approssimandoli per sistemi a tempo continuo.

Sebbene ci siano costanti incertezze e sempre nuovi sviluppi, la stagionalità deve comunque venire incorporata nei modelli di diffusione, per renderli attendibili nelle previsioni a breve termine.

I principali metodi di analisi delle serie temporali per la modellazione della stagionalità sono:

- Il metodo di regressione: presuppone che la componente stagionale sia deterministica e possa essere descritta come combinazione lineare di variabili Dummy stagionali o di funzioni armoniche di varie frequenze.

- Il metodo della media mobile: calcola la componente non-stagionale di una serie temporale $N(t)$, utilizzando un operatore a media mobile simmetrico; la componente stagionale $S(t)$ è ottenuta sottraendo $N(t)$ alla serie originale $Y(t)$. $Y(t) - S(t)$ si definisce perciò come serie regolata stagionalmente.
- Il metodo autoregressivo: estende i modelli stocastici ARIMA con modelli stagionali ARIMA, SARIMA e SARMAX, sviluppati assumendo la natura stocastica della stagionalità.

Nei paragrafi successivi si svilupperanno, in forma teorica, le estensioni del Modello Guseo-Guidolin, considerando la stagionalità come componente deterministica, da valutare congiuntamente al trend del prodotto, attraverso il metodo della regressione non lineare (NLS).

GGM con componente di stagionalità additivo:

Considerando una scomposizione classica della componente additiva di una serie temporale, opportunamente modificata per includere l'effetto della dinamica del ciclo di vita sullo schema stagionale, si è cercato di creare una versione del modello iniziale in cui l'elemento della stagionalità fosse aggiunto al trend del percorso produttivo e, ad esso, simultaneamente stimato.

In un processo di diffusione di un'innovazione, la stagionalità può risultare più marcata in corrispondenza del picco di vendite, piuttosto che nei periodi di lancio e di declino. Risulta quindi ragionevole interpretare la stagionalità in modo proporzionale al trend attraverso l'espressione:

$$y(t) = T(t) + S(t) + \varepsilon(t) = Kh(t) + h(t)A(t) + \varepsilon(t) = h(t)[K + A(t)] + \varepsilon(t) \quad (19)$$

dove:

- $y(t)$, sono le osservazioni istantanee;
- $T(t)$, corrisponde al trend delle osservazioni istantanee generato dal prodotto fra la costante K , che agisce da parametro di scala del procedimento, e $h(t)$, la funzione di densità generica che descrive l'evoluzione delle vendite istantanee senza stagionalità;
- $S(t)$, è la componente stagionale risultante dalla moltiplicazione del puro effetto stagionale del processo, $A(t)$, la cui ampiezza viene regolata da $h(t)$;
- $\varepsilon(t)$, rappresenta il termine residuo.

Tra i vari approcci possibili, ne viene utilizzato uno che permette di trasformare il termine residuo, $\varepsilon(t)$, in modo da poterlo esaminare separatamente, se necessario.

Seguendo l'approssimazione (16), si può definire:

$$h(t) = \tilde{w}(t; p_c, q_c, p_s, q_s) \quad (20)$$

La funzione $A(t)$, viene ben interpretata da una serie di Fourier, data dalla combinazione lineare di funzioni armoniche:

$$A(t) = \sum_{j=1}^{\lfloor \frac{s}{2} \rfloor} \left\{ a_j \cos\left(\frac{2\pi jt}{s}\right) + b_j \sin\left(\frac{2\pi jt}{s}\right) \right\} \quad (21)$$

con $\lfloor \frac{s}{2} \rfloor$ come parte intera di $\frac{s}{2}$.

(21) può essere approssimata da una funzione armonica di primo ordine:

$$A(t) = \left\{ a \cos\left(\frac{2\pi t}{s}\right) + b \sin\left(\frac{2\pi t}{s}\right) \right\} \quad (22)$$

oppure di secondo ordine:

$$A(t) = \left\{ a \cos\left(\frac{2\pi t}{s}\right) + b \sin\left(\frac{2\pi t}{s}\right) \right\} + \left\{ c \cos\left(\frac{4\pi t}{s}\right) + d \sin\left(\frac{4\pi t}{s}\right) \right\} \quad (23)$$

Alla luce di quanto emerso, si può quindi definire un modello base Guseo-Guidolin con componente stagionale additiva, come già si era espresso in (19), con:

$$y(t) = \{K + A(t)\}h(t) + \varepsilon(t)$$

Con $h(t)$ come risultato dell'efficiente approssimazione della densità $w(t)$, che si fonda sulla funzione di distribuzione $W(t)$.

GGM a due funzioni di intervento:

Un approccio differente alla questione consiste nell'intervenire sulle componenti della comunicazione, $F_{BM}(t; p_c, q_c)$, e dell'adozione, $G_{BM}(t; p_s, q_s)$, introducendo due funzioni esogene di controllo. Rispettivamente:

$$\bullet \quad x_F(t) = 1 + a \cos\left(\frac{2\pi t}{s}\right) + b \sin\left(\frac{2\pi t}{s}\right) \quad \text{per } F_{GBM}(t; p_c, q_c, \vartheta) \quad (24)$$

$$\bullet \quad x_G(t) = 1 + c \cos\left(\frac{2\pi t}{f}\right) + d \sin\left(\frac{2\pi t}{f}\right) \quad \text{per } G_{GBM}(t; p_s, q_s, \xi) \quad (25)$$

In alcuni casi $s = f$.

Le adozioni cumulative saranno quindi espresse da:

$$z(t) = \sqrt{F_{GBM}(t; p_c, q_c, a, b, s)} G_{GBM}(t; p_s, q_s, c, d, f) \quad (26)$$

alternativamente, nella forma esplicita:

$$z(t) = K \frac{\sqrt{\frac{1 - e^{-(p_C+q_C) \int_0^t x_F(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q_C}{p_C} e^{-(p_C+q_C) \int_0^t x_F(\tau) d\tau}} \frac{1 - e^{-(p_S+q_S) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q_S}{p_S} e^{-(p_S+q_S) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}}}}{1 + \frac{q_C}{p_C} e^{-(p_C+q_C) \int_0^t x_F(\tau) d\tau}} \frac{1 - e^{-(p_S+q_S) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}}{1 + \frac{q_S}{p_S} e^{-(p_S+q_S) \int_0^t x_G(\tau) d\tau}}} \quad (27)$$

L'eq. (26) può essere riscritta in forma più compatta semplificando il testo, al fine di rendere più facilmente intuibili le relazioni tra l'effetto di comunicazione e quello di adozione:

$$z(t) = K \sqrt{U(t; p_C, q_C, a, b, s)} V(t; p_S, q_S, c, d, f) = K \sqrt{U(t)} V(t) \quad (28)$$

Le adozioni istantanee, $z'(t)$, sono così ottenute facilmente:

$$z'(t) = K \left\{ \frac{1}{2} U(t)^{-\frac{1}{2}} V(t) u(t) + \sqrt{U(t)} v(t) \right\} \quad (29)$$

dove $u(t) = U'(t)$ e $v(t) = V'(t)$, approssimate convenzionalmente con $\tilde{u}(t) = U(t + 0,5) - U(t - 0,5)$ e $\tilde{v}(t) = V(t + 0,5) - V(t - 0,5)$.

La formula finale del Modello Guseo-Guidolin a due funzioni di intervento è quindi:

$$y(t) = K \left\{ \frac{1}{2} U(t)^{-\frac{1}{2}} V(t) \tilde{u}(t) + \sqrt{U(t)} \tilde{v}(t) \right\} + \varepsilon(t) \quad (30)$$

ed è espressa solamente attraverso le componenti delle funzioni di ripartizione.

Da quanto emerso, si può notare come l'effetto stagionale sia introdotto in entrambe le fasi del processo: nella comunicazione, maggiormente controllata dalle imprese, e nell'adozione, diretta principalmente dal comportamento dei consumatori.

Stimando i parametri delle due funzioni, $x_F(t)$ e $x_G(t)$, è possibile verificare se questi effetti sono significativi e separati; se così avviene, il comportamento stagionale visibile dai dati di vendita è causato sia dalla fase di comunicazione che da quella di adozione.

Il termine d'errore, $\varepsilon(t)$, viene comunemente sviluppato in un processo stocastico "white noise" o, quando necessario, in un sistema stazionario più complesso.

CAP. 4: Casi di studio

Le estensioni del GGM verranno ora applicate ai casi di diffusione di innovazione di due prodotti completamente differenti, sia per caratteristiche generali che per mercato interessato: un farmaco lanciato nella realtà nazionale italiana e la diffusione globale dell'iPod.

I dati utilizzati in seguito fanno riferimento ai calcoli effettuati in “Modelling seasonality in innovation diffusion. Guidolin M., Guseo R.(2014) Technological Forecasting and Social Change, 86 , pp. 33-40”.

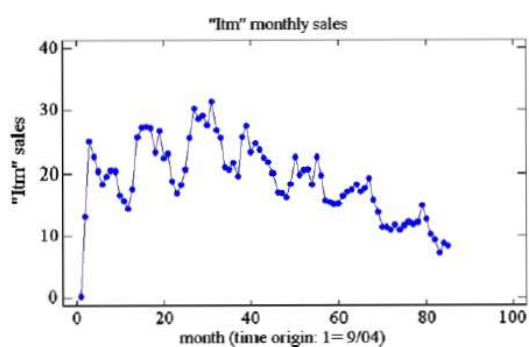
Diffusione di “Itm” nel mercato italiano

“Itm” è un cerotto di matrice sottile ed adesiva ad alta tollerabilità che favorisce l’assorbimento del principio attivo di Diclofenac sodico, distribuito da “FF Pharma”. Questo prodotto presenta aspetti innovativi nel campo dei cerotti medicati poiché non unge, sono necessarie solamente due applicazioni giornaliere ed il dosaggio del principio attivo è definito; viene utilizzato per alleviare dolori localizzati che interessano l’apparato muscolo-scheletrico come torcicollo, lombalgia, stiramenti, contusioni o distorsioni, tendiniti e dolori reumatici.

Il lancio del prodotto è avvenuto nel settembre 2004 in confezioni da 5 cerotti e, nel 2009, a seguito di alcune modifiche sull’adesività, la casa produttrice ha introdotto anche l’opzione del pacchetto da 10.

Nel suo ciclo di vita, Itm ha subito una forte spinta da parte dell’azienda produttrice ricevendo buoni risultati negli anni precedenti al riscontro del difetto adesivo; nella realtà economica italiana di oggi, il farmaco ha comunque mantenuto la sua quota, seppur non in misura determinante, all’interno del settore.

Il mercato dei cerotti medicati è da ritenersi un mercato maturo con quantità di venduto costanti da numerosi anni.



Il grafico a lato mostra le vendite, in migliaia, di “Itm” in funzione del tempo, espresso in mesi a partire da settembre 2004.

Si può notare che il prodotto ha sperimentato una crescita abbastanza rapida nei primi tre mesi di vita ed un picco di vendita in corrispondenza di marzo 2007, da cui comincia poi la fase del

declino. Probabilmente questa discesa è accentuata anche dall’entrata in commercio della confezione concorrente da 10 cerotti, che sembra essere più forte durante la crescita del ciclo di vita. Questo comportamento stagionale è abbastanza tipico per la tipologia di farmaco poiché

viene usato maggiormente nel periodo invernale, quando è più frequente l'infiammazione articolare.

Applicazione GGM con componente di stagionalità additivo

Le stime sono state ottenute con il metodo non lineare dei minimi quadrati, con l'utilizzo dell'algoritmo di Levenbreg-Marquardt.

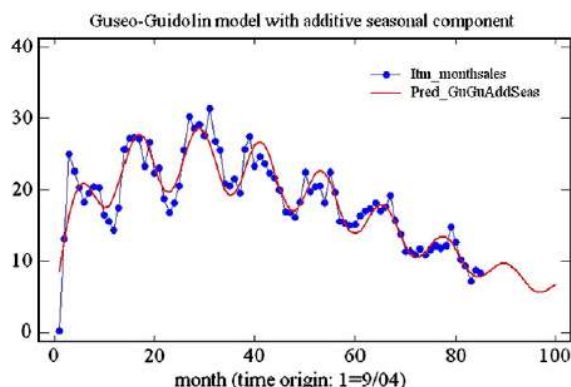
Tab.1: parametri stimati con GGM con componente additive stagionale. IC 95%

K	p_c	q_c	p_s	q_s
2231.34 (-24.468) (28.949)	0.00636 (0.00314) (0.00958)	0.04064 (0.01555) (0.06573)	0.03546 (-0.39072) (0.46165)	-0.03431 (-0.50948) (0.44086)
a	b	s	R^2	D-W
-283.237 (-3690.590) (3124.120)	310.539 (-3392.390) (4013.470)	12.23780 (11.98970) (12.4860)	0.853049 SSE: 439.722	1.2686

Il livello di adattamento globale, calcolato con i dati istantanei, è buono ($R^2=0,853049$) sebbene ci sia instabilità sui parametri stimati: infatti, K, a e b hanno intervalli di confidenza abbastanza larghi.

Il parametro s invece, come ci si aspettava, ben identifica il periodo dei dodici mesi.

L'evoluzione del trend è descritta in modo efficiente dal modello e, sebbene K non sia stabile, questa soluzione è sicuramente migliore di ciò che sarebbe risultato dal semplice Modello di Bass, perché meglio descrive la prima parte del ciclo di vita.



Applicazione GGM a due funzioni di intervento

Tra l'eventualità di influenzare la componente della comunicazione, dell'adozione od entrambe si è scelta la terza opzione tra queste, in modo tale che l'effetto della stagionalità influisca sia su $x_F(t)$ che su $x_G(t)$. Le due funzioni presentano caratteristiche differenti ma uguale periodo: $s = f$.

L'ipotesi fondamentale di questa estensione è che la stagionalità non sia una componente esogena da aggiungere al trend, ma un fattore che, insieme agli altri, contribuisca a determinare il trend stesso.

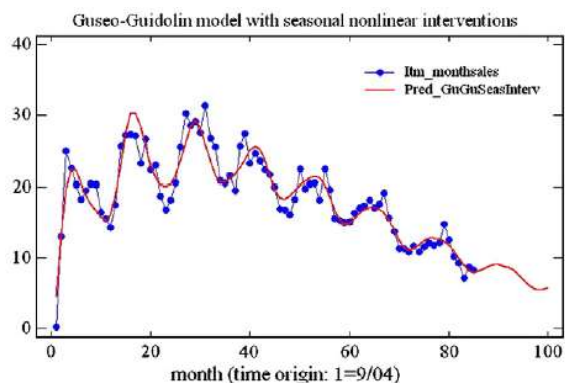
In questo modo, il comportamento che osserviamo dallo studio dei dati di vendita è il risultato finale della natura specifica del prodotto, che indirizza le strategie di comunicazione delle aziende e le scelte di comportamento dei consumatori.

Applicare questa estensione del modello ai dati di vendita, ha prodotto un risultato migliore sia in termini di adattamento globale ($R^2 = 0.887727$) sia sulle stime dei parametri.

Tabella2: parametri stimati di GGM a due funzioni di intervento. IC 95%

K	p_c	q_c	p_s	q_s	R^2
1885.76 (1774.35) (1997.16)	0.00659 (0.00376) (0.00942)	0.03141 (0.02026) (0.0425)	0.03579 (0.2436) (0.04722)	-0.00590 (-0.01842) (0.00661)	0.887727 SSE: 335.956
a	b	s	C	d	D-W
0.56230 (0.22728) (0.89733)	-0.37916 (-0.68001) (-0.07832)	12.97150 (12.59020) (13.35280)	-0.60386 (-0.86628) (-0.34145)	0.74862 (0.50960) (0.98763)	1.38879

In particolare, i parametri a, b, c, d, s sono stimati con una molto buona stabilità e ciò è indice del fatto che questa seconda estensione del modello, meglio interpreta gli effetti stagionali che “Itm” presenta nel suo ciclo di vita. Si osservi, inoltre, che le funzioni di controllo, $x_F(t)$ che $x_G(t)$, sono completamente differenti: per verificare questo aspetto è sufficiente controllare che i parametri di una non rientrino negli intervalli di confidenza dei corrispondenti parametri dell’altra.



Per fare un esempio, $a = 0.56230$ non appartiene all’IC di c ($-0.86628; -0.34145$).

Infine, i valori di p_c, q_c, p_s e q_s presentano dei risultati molto simili a quelli ottenuti nell’applicazione precedente ma, in questo secondo caso, K appare molto più stabile.

Dal confronto dei dati delle procedure si evince che, per le caratteristiche del prodotto di questo caso di studio, il Modello Guseo-Guidolin a due funzioni di intervento risulta essere l’opzione che meglio descrive il trend del ciclo di vita di “Itm”.

Questo, non solo per aspetti statistici ma anche per ragioni interpretative.

Diffusione di “iPod” nel mercato globale

Il secondo caso analizzato in questo elaborato è il processo diffusivo a livello globale dell’iPod, lettore musicale mp3, presentato e lanciato sul mercato nel settembre del 2001 da Apple Inc.

L'iPod è stato un articolo rivoluzionario nel settore musicale che ha, oltretutto, contribuito notevolmente al successo della sua azienda.

Come nel caso precedente, i dati di vendita analizzati sono quantificati in migliaia, con la differenza però, che il tempo viene organizzato in trimestri, a partire da settembre 2001.

Questo cambiamento è dovuto al fatto che vengono tenute in considerazione le

normative americane, secondo cui l'anno fiscale comincia l'1 Ottobre e si conclude col 30 settembre dell'anno successivo: il primo trimestre identificherà quindi le vendite tra ottobre e dicembre, il secondo quelle tra gennaio e marzo e così via. I dati raccolti fanno riferimento ai volumi del venduto effettuati nel mondo, dal 2001 al 2014, in cui si sono susseguiti 5 differenti modelli, aggiornati a loro volta da successive generazioni, per un totale di 24 versioni diverse.

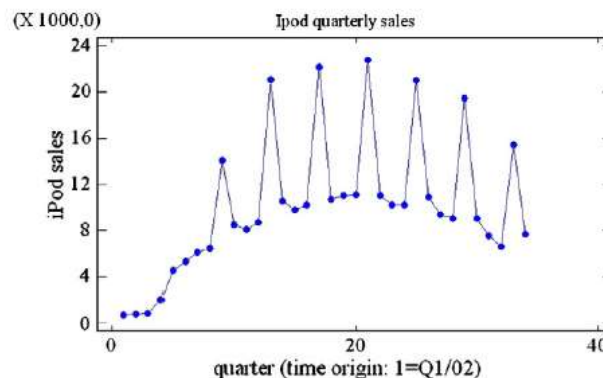
Dal grafico in alto, si può notare come iPod sia stato caratterizzato da un periodo di introduzione difficile, ad andamento costante nei primi due anni di sviluppo, presentando poi picchi frequenti a partire dal 2006.

Oltre alle difficoltà di introduzione comuni a tutte le innovazioni infatti, il primo iPod fu lanciato circa un mese dopo l'attentato delle torri gemelle: il clima di preoccupazione ed incertezza globale successiva potrebbe quindi ben spiegare il prolungarsi dei bassi volumi di vendita iniziali.

Il primo picco stagionale si presenta nel primo trimestre del 2007, ottobre-dicembre 2006, al quale ne seguiranno poi periodicamente altri. In quel periodo si assistette al lancio di "iPod Shuffle- il più piccolo al mondo" e l'intensità dell'effetto stagionale fu tale da far registrare volumi di vendita in media doppi, rispetto a quelli riscontrati nei trimestri adiacenti.

La costanza nel presentare i nuovi modelli della gamma nella prima metà di settembre, risulta una probabile strategia di mercato che mira ad incrementare le vendite nei mesi tra ottobre e dicembre, con l'intenzione di suggerire idee regalo per le festività natalizie.

Si può inoltre notare come la diffusione di questo lettore musicale sia comunque in declino: ciò può venire opportunamente attribuito sia all'effetto competitivo degli altri simili prodotti tecnologici, che al lancio di "iPhone" lo smartphone by Apple che ne incorpora le funzionalità, nel 2007.

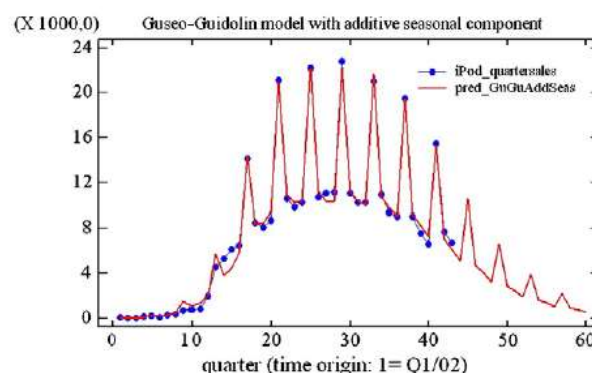


Applicazione GGM con componente di stagionalità additivo

Tabella3: parametri stimati di GGM con componente additive stagionale. IC 95%

K	p_c	q_c	p_s	q_s	R^2
410.967 (395.763) (426.171)	0.00046 (0.00032) (0.00060)	0.15675 (0.144034) (0.16946)	0.00132 (0.00059) (0.00206)	0.30078 (0.26121) (0.34036)	0.992447 SSE:13,288,900
a	b	c	d	s	$D-W$
-1518.4 (-46,226) (43,189.2)	179,863 (162,871) (196,855)	-69,552 (-117,478) (-21,625.6)	112,292 (-135,653) (360,237)	4.00416 (3.98171) (4.02660)	1.38179

Come nel caso precedente, iniziamo dal modello con la componente di stagionalità additiva con due funzioni armoniche. I risultati ottenuti nella Tab.3 e nella figura a lato, mostrano un adattamento generale molto buono ($R^2 = 0.992447$) nonostante la presenza di instabilità nelle stime dei parametri per la componente stagionale, ad eccezione di s .



Questa estensione del GGM si dimostra una scelta molto appropriata per l'interpretazione del lungo periodo di incubazione di iPod; si noti inoltre come p_c , q_c , p_s e q_s dimostrano l'importanza del "passaparola" sia nel processo di comunicazione che in quello di adozione.

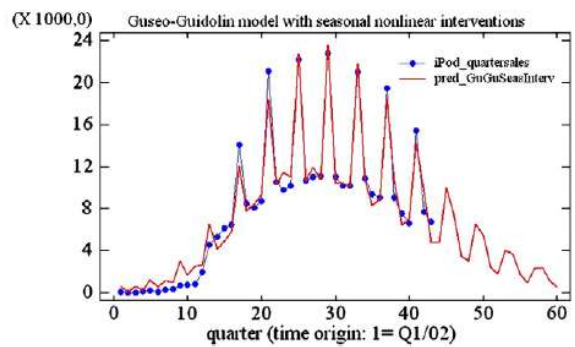
Applicazione GGM a due funzione di intervento

Tab.4: parametri stimati di GGM a due funzioni di intervento. IC 95%

K	p_c	q_c	a	b	R^2
438,278 (402,454) (474,101)	0.00102 (-0.00003) (0.00207)	0.13148 (0.08742) (0.17555)	0.60954 (0.24533) (0.97375)	0.11471 (-0.56127) (0.79070)	0.969535 SSE:53,601,800
p_s	q_s	c	d	s	$D-W$
0.00250 (0.00063) (0.00436)	0.21058 (0.16118) (0.25998)	1.24934 (0.55316) (1.94552)	29.3213 (19.30380) (39.33880)	4.11563 (4.02302) (4.20825)	1.88589

A differenza del caso "Itm", in questa applicazione le due funzioni, $x_F(t)$ e $x_G(t)$, presentano periodi differenti: in particolare si assume $f = 2$.

Dai risultati mostrati nella tabella numero quattro ed il grafico a lato, è possibile osservare come l'indice di adattamento globale sia diminuito ($R^2 = 0.992447$): questo, in parte, dipende dalla minore precisione della previsione nel periodo di introduzione del prodotto. Gli interventi stagionali infatti, di norma appaiono durante l'intero periodo del ciclo di vita, in questo caso invece, sono presenti solamente dalla fase della maturità.



Applicando il modello a due funzioni di intervento, inoltre, ne risulta una peggiore descrizione dei componenti stagionali rispetto alla versione precedente sebbene, invece, le stime dei parametri trovati presentino una maggiore stabilità.

Questo risultato può suggerire come l'interpretazione della stagionalità, frutto di interazione tra strategie del produttore e comportamenti dei consumatori, sia molto ragionevole in questo caso. Possiamo affermare quindi che, per il caso iPod, l'applicazione del modello Guseo-Guidolin con componente di stagionalità additiva, sia probabilmente preferibile alla versione del modello a due funzioni di intervento.

Discussione dei risultati ottenuti

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione delle diverse teorie, è possibile cogliere gli aspetti più rilevanti che ne sono emersi:

La stagionalità sta acquisendo un ruolo sempre più importante nei processi di diffusione delle innovazioni, sia per la riduzione dei cicli di vita dei prodotti che per le loro specificità, per i processi di comunicazione e distribuzione delle aziende e per i comportamenti dei consumatori.

La componente stagionale è particolarmente visibile quando si analizzano dati di vendita giornalieri, settimanali, mensili o trimestrali e, in alcuni casi, l'effetto è molto rilevante; diventa quindi necessario sviluppare modelli specifici che ne catturino gli effetti.

Riuscire ad ottenere modelli efficaci si dimostra utile non solo nel breve-medio periodo per sviluppare strategie manageriali, ma anche per capire meglio le dinamiche messe in luce nel processo di sviluppo.

La determinazione della stagionalità può essere sviluppata attraverso modelli di regressione additivi, che tengono conto della dipendenza dell'ampiezza del processo stagionale dall'evoluzione del ciclo di vita.

L'approccio deterministico alternativo del Modello Guseo-Guidolin, genera cambiamenti locali

nel tempo attraverso l'utilizzo della funzione $x(t)$, che viene sviluppata a sua volta dalle proprietà principali del Modello Generalizzato di Bass.

Un'interpretazione stocastica della stagionalità invece, per una modellazione adeguata, richiede l'utilizzo di modelli SARMAX nell'analisi dei residui.

Il Modello Guseo-Guidolin si è rivelato fondamentale per la descrizione del trend delle innovazioni: in particolare, l'analisi dei due casi mostra come questo strumento sia in grado di effettuare previsioni efficienti, sia che il prodotto presenti una rapida crescita iniziale (caso "Itm"), sia che sia caratterizzato da un più lungo periodo di incubazione precedente allo sviluppo (caso iPod).

Questo aspetto mostra inoltre la sorprendente elasticità del modello stesso, rispetto alla rigidità che caratterizza il Modello Standard di Bass.

Il modello Guseo-Guidolin a due funzioni di intervento quindi, rappresenta un'ottima generalizzazione dei vari modelli di diffusione delle innovazioni, al punto da guidare la strada verso nuovi sviluppi futuri. In particolare, si noti che la componente della comunicazione stagionalmente perturbata che genera il mercato potenziale, è un fattore latente visibile solamente attraverso lo studio dei dati di vendita.

CAP. 5: L'influenza della cultura nazionale nella diffusione delle innovazioni

Come già affermato in precedenza, negli ultimi anni si sono sviluppati nuovi metodi di ricerca per la costruzione di modelli che siano in grado di prevedere la diffusione dei prodotti innovativi nel mercato. Questo settore rivolge particolare attenzione alla nascita delle nuove tecnologie e ai continui cambiamenti sociali.

Premesso ciò quindi, risulta sorprendente il numero esiguo dei lavori che hanno considerato rilevanti anche le differenze culturali tra i consumatori.

La cultura può venire definita come “*la programmazione collettiva della mente che distingue i membri di un gruppo o di una categoria di persone dagli altri*” (Hofstede et al. 2010 p.6) ed è inoltre risaputo che, indipendentemente dalle caratteristiche specifiche di un prodotto e di come si adatti alle abitudini delle popolazioni, differenti gruppi sociali presentano diverse propensioni di adottare o rifiutare un'innovazione.

È da queste considerazioni che nasce l'idea di creare uno strumento che sia in grado di analizzare il ruolo della cultura nazionale nei processi di diffusione dei nuovi prodotti ed arricchire, sul piano teorico, quest'ambito di ricerca finora trascurato.

A tal proposito, risulta interessante il paper “National culture and innovation diffusion. Exploratory insights from agent-based modeling” (2016) di B. Desmarchelier e E. S. Fang: i due studiosi hanno costruito un modello sviluppando il pensiero di Rogers (capitolo 1) la teoria sulle dimensioni della cultura di Hofstede.

Hofstede, psicologo sociale ed antropologo olandese, elaborò uno schema sistematico per descrivere le differenze tra nazioni e culture, basandosi sull'idea che potessero venire inserite in un sistema a sei dimensioni:

- *Distanza dal potere*: la misura in cui gli individui meno potenti di un'organizzazione sopportano il fatto che ci sia disuguaglianza nella distribuzione del potere;
- *Mascolinità*: il livello di importanza dato a valori stereotipici maschili, nonché a quelli femminili (assertività, ambizione e potere in contrasto con emotività, cooperazione e collaborazione);
- *Orientamento temporale*: la descrizione dell'orizzonte temporale della società, parsimonioso e volto al futuro (lungo termine) o circolare e tradizionale (breve termine);
- *Individualismo*: il grado di integrazione degli individui nei gruppi;

- *Avversione all'incertezza*: l'indice che misura il modo in cui una società gestisce situazioni ignote, eventi inattesi e lo stress del cambiamento.

Il modello di B. Desmarchelier e E. S. Fang nasce dall'intuizione di combinare le due diverse teorie e svilupparne una nuova, costruita sulle prime tre fasi del processo di diffusione di Rogers e sulle ultime due dimensioni di Hofstede.

Il nuovo modello presenta tre fasi successive che portano gli agenti a decidere se acquistare o rifiutare il nuovo prodotto: fase di conoscenza, di persuasione e di decisione.

Nella prima fase di conoscenza l'agente viene "esposto all'esistenza dell'innovazione": comincia cioè a conoscerne le caratteristiche e, in base alla sua propensione sociale, assume funzione di "opinion leader", in grado di guidare ed influenzare l'idea degli altri sul nuovo prodotto, od "opinion follower", andando a far parte della maggioranza della popolazione (circa il 90%) che subisce passivamente il feedback del processo conoscitivo altrui.

Nella fase di persuasione, il gruppo dei leaders cerca di condizionare il resto degli agenti in base alle sensazioni che la novità ha scaturito in loro, siano esse positive o negative, ed è a questo punto che viene introdotta la dimensione di Hofstede dell'avversione all'incertezza, *UAI*(uncertainty avoidance).

Il valore di *UAI* determina la quantità di informazioni necessarie agli agenti affinché possano ritenersi soddisfatti: una cultura con un alto *UAI* avrà bisogno di un numero più elevato di dati da analizzare; di contro, quelle con *UAI* ridotto, saranno capaci di tollerare un maggior grado di incertezza nella scelta finale.

Giudicate le varie informazioni, il processo si conclude con la decisione di adottare o rifiutare il prodotto. In questa fase, entra in gioco la dimensione dell'individualismo (*IDV*) della società: gli attori individualisti tendono a scegliere attraverso un processo interno mentre, dove prevale l'aspetto collettivistico, la maggioranza dei consumatori delega il percorso decisionale al gruppo.

Per tenere in considerazione l'indice di individualismo della cultura è necessario, inoltre, progettare attentamente la struttura delle connessioni tra individui: questo modello viene sviluppato in una rete regolare formata da una popolazione di 150 agenti culturali "i", dove ognuno di questi possiede lo stesso numero di connessioni con gli altri.

La rete sociale gode del cosiddetto "effetto piccolo mondo", secondo cui ogni rete complessa in natura è tale che due qualunque nodi possano essere collegati da un percorso costituito da un numero relativamente piccolo di collegamenti (Milgram, 1967).

Questa proprietà risulta fondamentale per lo studio delle dinamiche di diffusione, poiché

implica un'elevata velocità di propagazione delle informazioni che, formalmente, può essere individuata dalla lunghezza media del percorso della rete (PL), ossia la media dei due percorsi più brevi che collegano ogni coppia di agenti.

Il social network contiene $\frac{k(k-1)}{2}$ collegamenti, dove $k = 150$. Ognuno di questi si modifica casualmente con una probabilità $P \in [0; 1]$: quando $P=0$ la rete è regolare e PL risulta essere "elevato" mentre, se $P=1$, la rete è casuale ed il valore di PL diminuisce sensibilmente (Newman, 2000).

Il comportamento degli agenti culturali "i" segue precise norme, integrate dai punteggi dimensionali di Hofstede per l'indice di individualismo, $IDV_i \in [0; 100]$, e l'indice di tolleranza all'incertezza, $UAI_i \in [0; 100]$: più è elevato il valore IDV_i , più risulterà individualista l'agente i ; allo stesso modo, maggiore risulta essere UAI_i , maggiormente l'agente tenderà ad evitare l'incertezza.

Una volta ricevute le informazioni iniziali x_j , gli "opinion leaders" le comunicano immediatamente agli "opinion followers" selezionandoli in modo casuale tra i loro collegamenti.

Il modo in cui l'informazione passa tra gli agenti dipende dalle loro caratteristiche culturali e, per formalizzare questo aspetto, viene indicata con $\delta_i \in [0; 100]$ la tolleranza degli agenti verso le differenze culturali. L'agente i , elaborerà effettivamente l'informazione ricevuta, solo se sarà soddisfatta la seguente relazione:

$$\frac{|UAI_j - UAI_i| - |IDV_j - IDV_i|}{2} \leq \delta_i \quad (31)$$

Se (31) risulta soddisfatta, l'agente associa all'informazione un certo grado di incertezza, σ_{ix} , e decide di procedere poi, in base al suo punteggio della scala IDV: gli agenti collettivisti acquisteranno l'innovazione se questa verrà adottata da almeno il 50% dei loro collegamenti diretti, indipendentemente delle preferenze personali; d'altra parte, gli agenti individualisti inizieranno a valutare x_j sulla base delle loro propensioni.

La decisione dipenderà inoltre, anche dal valore di UAI del singolo: l'innovazione verrà adottata se $\sigma_{ix} \leq (100 - UAI_i)$. L'indice di tolleranza all'incertezza potrebbe ostacolare quindi la probabilità che un determinato agente adotti la novità ma, allo stesso modo, potrebbe anche generare un "processo di contagio" verso gli altri agenti incerti, a loro volta alla ricerca di informazioni utili.

Il coefficiente di individualismo permette un processo autonomo di decisione per l'adozione

che, tuttavia, nella realtà risulta essere di natura più complessa, a causa dei numerosi elementi di contorno.

Per individuare il contributo della cultura nazionale nella formulazione del modello di diffusione, ne viene controllata la topologia con due indicatori di rete: *PL*, la lunghezza media del percorso della rete, e *CC*, il coefficiente di clustering medio che misura il grado di aggregazione degli agenti.

Dopo una serie di calcoli e simulazioni in laboratorio, emergono cinque risultati principali:

Il numero di “opinion leaders” non è mai significativo e, addirittura, esistono modelli in cui la diffusione tecnologica è ben descritta anche senza includere queste figure nelle reti sociali.

Gruppi culturalmente differenti presentano tassi di diffusione di innovazioni diversi che, letti attraverso le dimensioni di Hofstede, ben rispecchiano le classifiche OECD (2004): la velocità di propagazione di un prodotto innovativo nei paesi Anglosassoni, risulta essere superiore al doppio di quella riscontrata nelle regioni Latine.

In ogni gruppo culturale, *UAI* ha un impatto negativo sull'indice di diffusione di un'innovazione mentre a *IDV* si riconosce un riscontro positivo: questi effetti sono potenzialmente spiegati dalle stesse simulazioni per lo studio del modello.

Infatti, sebbene un elevato indice di *UAI* individuale possa attivare maggiori tassi di divulgazione di informazioni, l'esitazione di chi cerca di evitare l'incertezza e richiede un ulteriore input dai coetanei, risulta essere il meccanismo dominante che, in ultima analisi, riduce la probabilità d'azione.

All'aumentare della lunghezza media della rete (*PL*) viene ostacolata in modo crescente la diffusione di innovazioni in qualsiasi configurazione culturale; più basso è il valore di *PL*, invece, più crescerà la velocità di diffusione all'interno del social network.

Il coefficiente di clustering medio (*CC*) ha un'influenza positiva sulla propagazione della novità: sulla base del modello, il risultato può essere spiegato dal fatto che un *CC* elevato facilita la ricerca di ulteriori informazioni all'interno di una popolazione che evita l'incertezza. Questo risultato non è valido nei casi limite in cui si presenta un alto *IDV* o un basso *UAI*: le culture individualiste e quelle tolleranti a una maggiore incertezza, infatti, non sono sensibili alle variazioni del coefficiente di clustering a causa della scarsa dipendenza dai coetanei per la ricerca di informazioni e per le decisioni di adozione.

Sebbene l'argomento richieda ulteriori indagini, i risultati ottenuti dimostrano come si sarebbe potuta osservare una più alta velocità di diffusione in tutti i mercati, a seguito di un incremento

di connettività globale e locale, derivante alle nuove tecnologie.

Osservando la situazione da un punto di vista più generale, si possono inoltre riscontrare alcune limitazioni del tema: il fatto che gli studi empirici si basino principalmente sui mercati occidentali e non mondiali, o che comunque il modello analizzato sia verificato su una società sperimentale a cultura simulata.

Conclusioni

Le innovazioni lanciate sul mercato sviluppano processi di diffusione caratterizzati da tempistiche differenti. L'obiettivo principale degli studi in materia è quello di creare strumenti sempre più precisi per la previsione di questi percorsi.

Essere in grado di pronosticare in anticipo e correttamente l'andamento delle vendite, infatti, darebbe importanti vantaggi alle aziende e ai loro manager nello sviluppo di strategie adatte ed efficienti.

L'intento principale di questo elaborato è stato quello di presentare le due estensioni del modello Guseo-Guidolin ed applicarle ai casi noti di diffusione del farmaco "Itm" e dell'Ipod. Per farlo è risultato necessario riassumere prima il contesto su cui questi strumenti si basano e, in seguito, descrivere i modelli da cui si sono sviluppate e le teorie di riferimento.

Discutendo dei risultati ottenuti, si è giunti alla dimostrazione dell'attendibilità e della relativa precisione di questo strumento che, oltre a rilevarsi innovativo, risulta essere flessibile e ben adattabile a seconda del processo diffusivo analizzato. Il merito di questo successo va attribuito, senza alcun dubbio, all'inserimento del fattore stagionale e al ruolo centrale che assume nell'analisi del mercato.

Nel capitolo finale, poi, si è voluto mettere in luce un aspetto tanto trascurato dagli studi del settore, quanto rilevante: l'influenza del background culturale degli agenti economici nei modelli di diffusione.

Dall'analisi dei risultati del lavoro di B. Desmarchelier e E. S. Fang, infatti, risulta evidente come il contesto sociale si mostri protagonista nella determinazione della decisione finale di un consumatore.

Riflettendo sulle considerazioni fatte finora, si evince come nessuno degli strumenti creati garantisca, ad oggi, una previsione eccellente del processo produttivo ma, allo stesso tempo, non è possibile escludere con certezza lavori futuri più precisi.

L'ambito della previsione dei processi di diffusione resta quindi un settore di studio giovane, in continuo sviluppo ed aperto a nuove teorie con la speranza che, un domani, si riusciranno ad ottenere strumenti sempre più completi, in grado di fornire previsioni sempre più precise ed attendibili.

Bibliografia

Bass F.M. (1969), *A New Product Growth For Model Consumer Durables*. Management Science Vol.15 n.5, Theory Series, 215-227.

Cecchinato M. (2013-14), *Dinamiche di adozione e comunicazione nel ciclo di vita del prodotto: il caso di Apple Ipod*. Tesi di Laurea - Dipartimento di Scienze Statistiche, CL Statistica e Gestione delle Imprese. Università degli Studi di Padova.

Desmarchelier B., Fang E. S. (2016), *National Culture and Innovation Diffusion. Exploratory Insights from Agent-Based Modeling*. Technological Forecasting and Social Change 105, 121-128.

Grandinetti R. (2014) *Marketing. Mercati, prodotti e relazioni*. Carocci Editore.

Guseo R. (2004) *Interventi strategici e aspetti competitive nel ciclo di vita di innovazioni*. Working paper series, N. 11/2004. Department of Statistical Sciences, University of Padua.

Guseo R. (2006) *Statistica*. 3th ed. CEDAM, Padova.

Guseo R., Guidolin M. (2009), *Modelling a dynamic market potential: A class of automata networks for diffusion of innovations*. Technological Forecasting and Social Change 76, 806-820.

Guseo R., Guidolin M. (2014) *Modelling seasonality in innovation diffusion*. Technological Forecasting and Social Change, 86, pp. 33-40.

Hall B. H. (2005) *Innovation and Diffusion*. In: Fagerberg J., Mowery D., Nelson R.R. (Eds), The Oxford University Press, pp. 459-484.

Hofstede G., Hofstede G.J., Minkov M. (2010) *Cultures and Organizations, Software of the Mind*. McGraw-Hill.

Hofstede G.J., Jonker C.M., Verwaartn T. (2012) *Cultural Differentiation of Negotiating Agents*. Group Decis. Negot. 21, 79-98.

- Hylleberg S. (1992) *Modelling Seasonality*. Oxford University Press.
- Milgram S. (1967) *The Small-World problem*. Psychol. Today 1, 61-67.
- Peers Y., Fok D., Franses P. H. (2012) *Modeling Seasonality in New Product Diffusion*. Marketing Science, vol. 31, No. 2, pp. 351-364.
- Pennello N. (2015-16), *Informazione, apprendimento e diffusione di un prodotto farmaceutico: il caso ITM*. Tesi di Laurea- Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali “Marco Fanno”, CLM Economia Internazionale. Università degli Studi di Padova.
- Radas S., Shugan S.M. (1998) *Seasonal Marketing and Timing New Product Introductions*. J. Mark. Res. 35 (3) 296-315.
- Rogers E. M. (2003) *Diffusion of Innovations*. 5th ed. The free press, New York.
- Verhulst, P.-F. (1838) *Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement*. Corresp. Math. Phys. 10, 113–121 (1838).
- Zamengo P. (2014-15), *Modelli di diffusione con componente stagionale: Applicazione al ciclo di vita dell’Ipod*. Tesi di Laurea - Dipartimento di Scienze Statistiche, CL Statistica e Gestione delle Imprese. Università degli Studi di Padova.