

Università degli Studi di Padova  
Dipartimento di Scienze Statistiche

Corso di Laurea Triennale in Statistica e Gestione delle Imprese



**Green Marketing e diffusione di energie rinnovabili:  
un'applicazione al caso tedesco**

Relatore: Dott.ssa Mariangela Guidolin  
Dipartimento di Scienze Statistiche

Laureanda: Sara Ferrari  
Matricola N. 1037419

Anno Accademico 2013/2014



*Alla mia famiglia, appoggio in ogni scelta.*



## INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>1 IL GREEN MARKETING .....</b>	<b>5</b>
1.1 Il marketing management diventa “green” .....	5
1.2 Dalla sfida ambientale alla sfida culturale.....	7
1.3 Le 4 “P” e le 5 “I”: il Green Marketing Mix.....	11
1.4 La matrice di Grant .....	13
1.5 Una generalizzazione a livello di Sistema Paese.....	17
<b>2 LA DIFFUSIONE DI UN’INNOVAZIONE .....</b>	<b>21</b>
2.1 Ciclo di vita del prodotto .....	21
2.2 La diffusione delle Innovazioni secondo Rogers .....	22
2.3 Alcuni modelli per la diffusione delle Innovazioni.....	27
2.3.1 <i>Modello di Bass</i> .....	30
2.3.2 <i>Modello di Guseo e Guidolin</i> .....	34
2.4 Stima dei modelli di Bass e Guseo-Guidolin .....	39
2.4.1 <i>L’algoritmo di Gauss-Newton</i> .....	40
2.4.2 <i>L’Algoritmo di Levenberg-Marquardt</i> .....	41
<b>3 NUCLEARE ED EOLICO: ENERGIE A CONFRONTO .....</b>	<b>43</b>
3.1 Fonti energetiche .....	43
3.2 Cenni sull’energia nucleare .....	43
3.3 Cenni sull’energia eolica .....	47
3.4 Le energie come innovazioni: l’approccio di Rogers .....	52
<b>4 ANALISI DEL CASO TEDESCO .....</b>	<b>59</b>
4.1 La presenza delle due energie in Germania.....	59
4.2 Il Green Marketing tedesco .....	62
4.3 La stima con StatGraphics.....	68
4.3.1 <i>Commenti e interpretazione</i> .....	75
<b>CONCLUSIONE.....</b>	<b>79</b>



## INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

<b>Fig. 1.</b> La matrice del Green Marketing [Fonte: Grant, 2009]. .....	14
<b>Fig. 2.</b> Curve di diffusione stilizzate, nella formulazione cumulata e periodo per periodo [Fonte: Meade, Islam, 2006]. .....	24
<b>Fig. 3.</b> I nuovi adottanti nel modello di Bass, in particolare il comportamento di innovatori e imitatori [Fonte: Wikipedia, Bass diffusion model]. .....	32
<b>Fig. 4.</b> Simulazione curve modello di Bass con StatGraphics. Il modello è stato stimato ponendo $m=1000$ , $p=0,01$ e $q=0,1$ . .....	32
<b>Fig. 5.</b> Simulazione curve modello di Guseo e Guidolin con StatGraphics. Il modello è stato stimato ponendo $K=1000$ , $p_s=0,01$ e $q_s=0,1$ come nel modello di Bass e, in aggiunta, $p_c=0,001$ e $q_c=0,1$ . .....	35
<b>Fig. 6.</b> Due diversi sviluppi nel tempo del mercato potenziale nel caso di una cattiva comunicazione ( $p_c=0,0009$ e $q_c=0,009$ ) e una buona comunicazione ( $p_c=0,06$ e $q_c=0,8$ ); in entrambi i casi si è posto $K=1$ [Fonte: Guidolin, 2008]. .....	37
<b>Fig. 7.</b> Curve dei modelli Bass e Guseo-Guidolin, sia cumulate che non (i parametri sono gli stessi di Fig. 4 e Fig. 5). .....	39
<b>Fig. 8.</b> Serie storica consumi di energia nucleare nel mondo [Fonte dati: BP]. .....	47
<b>Fig. 9.</b> Serie storica consumi di energia eolica nel mondo [Fonte dati: BP]. ...	51
<b>Fig. 10.</b> Serie storiche consumi di energia nucleare ed eolica, dati annuali (in TWh) .....	69
<b>Fig. 11.</b> Serie storica dei consumi di energia nucleare (in TWh) e BM stimato. .....	71
<b>Fig. 12.</b> Serie storica dei consumi di energia nucleare (in TWh) e GGM stimato. .....	72
<b>Fig. 13.</b> Serie storica dei consumi di energia eolica (in TWh) e BM stimato... ..	73
<b>Fig. 14.</b> Serie storica dei consumi di energia eolica (in TWh) e GGM stimato. .....	75
<b>Fig. 15.</b> Serie storiche consumi (dati annuali in TWh) e modello GGM stimato per entrambi fino al 2020. ....	75
<b>Fig. 16.</b> Opinione pubblica in Germania riguardo energia Nucleare, Solare ed Eolica [Fonte: Wüstenhagen, Bilharz, 2006]. .....	77

<b>Tab. 1.</b> Consumi di energia nucleare: stima dei parametri nel BM e $R^2$ percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] <i>standard error</i> asintotico. ....	70
<b>Tab. 2.</b> Consumi di energia nucleare: stima dei parametri nel GGM e $R^2$ percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] <i>standard error</i> asintotico. $\widetilde{R}^2$ percentuale calcolato come confronto con BM.....	71
<b>Tab. 3.</b> Consumi di energia eolica: stima dei parametri nel BM e $R^2$ percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] <i>standard error</i> asintotico. ....	73
<b>Tab. 4.</b> Consumi di energia eolica: stima dei parametri nel GGM e $R^2$ percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] <i>standard error</i> asintotico. $\widetilde{R}^2$ percentuale calcolato come confronto con BM.....	74

## Introduzione

*“Achieving sustainable energy for all is not only possible, but necessary. It is the golden thread that connects development, social inclusion and environment protection”* [Ban Ki-moon, Segretario delle Nazioni Unite].

La crescente attenzione alle tematiche ambientali ha portato allo sviluppo di nuove teorie economiche che si pongono come obiettivo quello di rendere maggiormente sostenibili le attività dell'uomo.

Nella branca del marketing l'aggettivo *“Green”* denota questo cambiamento e modifica tutti gli aspetti della materia cercando di renderli rispettosi delle persone e dell'ambiente.

Un aspetto della vita di tutti i giorni per il quale è possibile fare una scelta mirata al miglioramento della prospettiva futura è la scelta della fonte energetica dalla quale produrre energia elettrica. Negli ultimi anni le fonti rinnovabili hanno avuto un posto sempre più prominente nella scena energetica mondiale. Questo tipo di fonti è inesauribile in un lasso di tempo non quantificabile per gli esseri umani e il suo uso non le preclude alle generazioni future.

L'obiettivo di questo lavoro è stato di studiare il ponte che lega il Green Marketing alle energie rinnovabili, studiando il processo di diffusione delle stesse dall'entrata nel mercato al declino.

La letteratura offre molti spunti in merito a queste tematiche: innanzitutto il Green Marketing oggi occupa un posto di rilievo nell'ambito economico, inoltre lo studio della diffusione delle innovazioni tecnologiche è un campo in continuo ampliamento del quale non si è ancora conclusa la ricerca.

Le energie da fonti rinnovabili possono essere considerate delle innovazioni di tipo radicale, in quanto ognuna di esse ha cambiato la produzione di energia elettrica rispetto alla precedente fornitura. Di esse si può studiare la

diffusione e riguardo a questo si può scegliere tra un'innomerevole mole di modelli statistici con molteplici varianti che cercano di cogliere ognuna aspetti diversi del processo.

La scelta, in questa relazione, è caduta sul modello ideato da Bass [1969] poiché è stato uno dei pionieri di questo tipo di modellazione, la quale si basa per la maggior parte sulla teoria di diffusione delle innovazioni sviluppata da Rogers [1962].

E' stato fatto poi un ulteriore passo scegliendo una generalizzazione del modello di Bass sviluppata da Guseo e Guidolin [2009] che, di fatto, si specializza nello sviluppo di un determinato aspetto della diffusione: la comunicazione. Questo dettaglio in particolare lega i due ambiti di studio perché è la comunicazione costruita in ottica di Green Marketing che permette lo sviluppo di questo tipo di energie, le quali sono innovazioni ambientali e necessitano di un processo di coinvolgimento e convincimento degli individui per essere accettate.

Si è scelto di restringere il lavoro allo studio di un Paese noto per l'ampiezza temporale della raccolta di dati sui consumi di energia, cioè la Germania. Di esso si sono valutate le serie storiche dei consumi di due energie, l'energia nucleare e l'energia eolica, che presentano due processi di diffusione completamente diversi poiché il primo nasce nel 1965 e sta giungendo al declino, mentre il secondo nasce venticinque anni dopo e si sta in questi anni sviluppando. Ci si è chiesti se gli effetti del Green Marketing sono visibili nella serie storica, e cioè se hanno avuto l'effetto di aumentare l'accettazione dell'energia eolica in particolare, e se si può dire che l'energia nucleare stia lentamente declinando.

Sono state stimate, inoltre, delle previsioni per gli anni successivi all'ultima osservazione così da ragionare sul trend che mostrano le due serie e sul futuro prossimo delle due energie.

Il lavoro è strutturato come segue. Il primo capitolo si occupa di presentare i tratti salienti del Green Marketing, dalla nascita del termine al suo sviluppo come materia a sé stante. L'attenzione va agli aspetti che si discostano dalla

visione classica del marketing, si cerca poi di delineare strategie possibili per le imprese, le organizzazioni o gli Stati, nel caso energetico, che vogliono intraprendere questa strada. Il secondo capitolo presenta i due modelli di diffusione scelti tra gli innumerevoli esistenti, con un'introduzione alla teoria sottostante gli stessi e la presentazione dei pregi e dei limiti di ognuno. Il terzo capitolo si focalizza nell'esposizione delle energie considerate, spiegandone brevemente il funzionamento e rilevandone i pregi e i difetti. Infine, il quarto capitolo riguarda il caso tedesco e spiega la presenza delle due energie in Germania, le politiche e la comunicazione che esistono attualmente. Nello specifico in questo Paese l'obiettivo è di diminuire gradualmente la dipendenza dall'energia nucleare per sviluppare il più possibile le energie da fonti rinnovabili, perciò si è indagato su come si stia portando avanti questa strategia studiando le serie dei due tipi di consumi e confrontandole con quanto detto riguardo alla situazione tedesca e le azioni compiute dal Governo tedesco.



# 1 Il Green Marketing

## 1.1 Il marketing management diventa “green”

Il libro considerato il pilastro del marketing, poiché ha strutturato la materia in modo scientifico per la prima volta nel 1967, è “Marketing Management” di Philip Kotler. La prima definizione che si trova in questo libro e nelle sue numerose riedizioni è: *“Il marketing è il processo sociale e manageriale mediante il quale una persona o un gruppo ottiene ciò che costituisce oggetto dei propri bisogni e desideri creando, offrendo e scambiando prodotti e valore con altri”* [Kotler, 1992].

Si ha quindi un processo bilaterale che da una parte vede la domanda con i suoi bisogni e desideri da soddisfare e dall'altra vede l'offerta che presenta dei prodotti e servizi che possono rispondere alle richieste della domanda. Questi hanno un valore e un rispettivo costo e lo scambio, o transazione, che s'instaura permette alla domanda di acquisire ciò che desidera e all'offerta di guadagnare tramite un passaggio di valore tra le parti.

L'insieme di acquirenti viene chiamato mercato, mentre l'insieme dei venditori, se ristretto a uno specifico ambito di beni o servizi, è il settore.

Ogni impresa cerca di raggiungere i propri obiettivi sul mercato e per fare questo pianifica una strategia, nell'approccio classico essa comprende decisioni *“in materia di spese di marketing, di marketing-mix e di ripartizione dello sforzo di marketing, in relazione alle condizioni ambientali e competitive”* [Kotler, 1992].

In particolare, si definisce *marketing-mix* il gruppo di decisioni che si possono iscrivere in quattro gruppi: *product, price, promotion, place*, anche dette “quattro P”, ideate da McCarthy e Perreault [1990].

*Product* racchiude tutte le decisioni riguardo alle caratteristiche dei prodotti dell'impresa, sia nel senso fisico sia di servizi a essi combinati, *price* riguarda il prezzo, che può essere calcolato in vari modi e cambiare durante il ciclo di

vita del prodotto, *place* è il punto vendita e le scelte a esso legate (per esempio il trasporto) e infine *promotion* incorpora la pubblicità, la vendita personale, la promozione (sconti, offerte ecc.) e le relazioni pubbliche.

Come si può notare da questi primi accenni e come lo stesso Kotler [1992] afferma, non viene mai considerato il divario, legato al benessere sociale, che potrebbe crearsi tra i desideri dei consumatori e gli interessi degli stessi. Questo tema oggi è dato per scontato nel mondo economico e del management, ma inizialmente era considerato un tema di minore importanza nell'ottica dell'impresa.

Kotler [1992], infatti, dedica un solo paragrafo al tema, spiegando: *“Il concetto di marketing sociale afferma che il compito di un'impresa è quello di determinare i bisogni, i desideri e gli interessi dei mercati obiettivo e di procedere al loro soddisfacimento più efficacemente ed efficientemente dei concorrenti, secondo modalità che preservino o rafforzino il benessere del consumatore e della società.”* Sottolinea quindi che, mentre alla nascita del marketing management si considerava solo il soddisfacimento dei consumatori, ci si è poi resi conto che questa soddisfazione non poteva prescindere da un benessere sociale generale.

Il primo passo vede pertanto il benessere considerato tale soltanto riguardo agli altri esseri umani. Solo successivamente viene preso in considerazione il lato ambientale del benessere dell'uomo e sono stati conati i termini *“Environmental marketing”*, *“Ecological marketing”* e *“Green Marketing”*.

Anche se hanno lo stesso significato, la definizione non è univoca essendo il marketing “sostenibile” un concetto molto ampio che comprende una vasta gamma di attività: modifiche ai prodotti, ai processi produttivi, al packaging e alla pubblicità, e così via.

Il nome *“Ecological Marketing”* venne usato la prima volta ufficialmente nel 1975, al workshop organizzato dall'AMA (*The American Marketing Association*) dall'omonimo titolo, dove si definisce: *“The study of the positive and negative aspects of marketing activities on pollution, energy depletion and nonenergy resource depletion”* [Henion, Kinnear, 1976].

Solo negli anni Ottanta e Novanta, però, l'argomento è diventato d'interesse per molti altri autori [Coddington, 1993; Ottman, 1993].

Nel 1983 nasce, inoltre, un'importante organizzazione che si occupa di ambiente, la "*World Commission of Environment and Development*", che nell'importante resoconto chiamato anche "Brundtland Report", definisce il concetto di *sviluppo sostenibile*: "*Meeting the needs of the present without compromising the future generation to meet their own need*" [1987].

Secondo alcuni autori [per esempio Peattie, Charter, 2003], bisogna evidenziare una differenza tra il primo movimento "ambientale" degli anni Settanta e quello successivo degli anni Ottanta e Novanta che perdura fino ad oggi. Il primo non ha visto un'affermazione diretta ed era considerato "di nicchia" e vicino ai movimenti ambientalisti radicali, considerati lontani dall'ottica economica. Bisogna aspettare il secondo per il riconoscimento di questa materia, non come argomento marginale come si poteva pensare inizialmente, ma come ampliamento del concetto di marketing.

## **1.2 Dalla sfida ambientale alla sfida culturale**

La percezione che l'ambiente in qualche modo influenzi la qualità della vita dell'uomo è legata, come si è visto nelle prime definizioni, alla scoperta che l'umanità, durante la sua permanenza nella Terra, ha danneggiato quest'ultima. E che quindi le future generazioni possano risentirne, non riuscendo a raggiungere lo stesso livello di vita attuale.

Questa consapevolezza porta ad un allontanamento dal pensiero di tipo antropocentrico e questo è spiegato da Rifkin [2011] come un cambiamento di coscienza dell'umanità, che si sta evolvendo in "*coscienza biosferica*": "*Iniziamo a vedere la nostra specie [...] come un unico nucleo familiare, e tutte le altre forme di vita presenti sulla terra come una famiglia evolutiva estesa e interdipendente con una biosfera comune*".

La crescita molto veloce della popolazione mondiale, che oggi supera i sette miliardi, ha spinto a una produzione sempre più intensiva e a un uso sempre

più massiccio delle risorse della Terra. Questo ha aumentato la cognizione che il pianeta Terra presenti limiti fisici ben definiti all'interno dei quali le attività di sfruttamento da parte dell'uomo, il quale utilizza risorse per soddisfare i suoi bisogni, devono sottostare.

Le conseguenze sociali e ambientali di questa forte crescita sono sempre più chiare: crescenti livelli di gas serra, il buco nell'ozono, la deforestazione della foresta amazzonica e una lista sempre maggiore di specie in pericolo di estinzione con conseguente perdita di biodiversità e, ancora, il divario sociale sempre più ampio che fa sì che metà della popolazione mondiale viva con 2\$ al giorno, sono solo alcune delle gravi conseguenze di cui ci si è resi conto [Peattie, Charter, 2003]. L'insieme di tutti questi fattori forma *l'impronta ecologica* dell'uomo e sta cambiando il pianeta dove vive.

La sfida ambientale che deve sostenere il mondo viene descritta ogni anno dall'IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*). Nel rapporto stilato nel 2007 veniva definito inequivocabile il riscaldamento globale e molto probabile (con una percentuale di confidenza superiore al 90%) che l'innalzamento delle temperature sia dovuto alla crescente emissione di gas a effetto serra, che a sua volta è causata dall'uso dei combustibili fossili. L'aumento medio della temperatura è stimato essere tra 1,8° e 4,0° C e questo, sempre secondo il rapporto dell'IPCC, indica come molto probabili estinzioni di massa, siccità, carestie, diffusione di malattie, inondazioni, eventi meteorologici estremi con pericolo significativo per la vita umana, tutto questo entro la fine del secolo [Grant, 2009].

Il cambiamento climatico ha effetti diretti negli obiettivi di marketing, in quanto colpisce l'umanità nel suo complesso: di pari passo con il cambiamento degli stili di vita individuali, anche e soprattutto i comportamenti delle imprese e degli interi settori a livello globale devono mutare e sviluppare un utilizzo più attento delle risorse.

L'obiettivo primario del marketing, secondo Polonsky [1994], è cercare di minimizzare il danno all'ambiente, nel senso che nel caso, ad esempio, del cambiamento climatico non è più possibile arrestarlo del tutto, ma solo

arginarlo. Le motivazioni che dovrebbero portare ogni impresa a cambiare, sono riassunte dallo stesso autore in cinque aspetti: opportunità, responsabilità sociale, pressioni governative, pressioni competitive, costi e profitto.

Il primo aspetto riguarda il fatto che essere “green” porta *vantaggio competitivo* all’azienda: le si riconosce qualcosa in più rispetto alle altre, soprattutto dalla maggioranza di cittadini attenti a queste problematiche.

Effettivamente, la percentuale di persone che compra prodotti “green” regolarmente o saltuariamente è stata stimata, da un’indagine svolta in Gran Bretagna nel 2007, attorno all’80%. Sebbene la maggioranza degli intervistati dichiarò di sostenere questo tipo di acquisti solamente alcune volte, si può comunque percepire che l’interesse per queste tematiche è in continuo aumento [Hanas, 2007].

Come si è detto, le sfide ambientali riguardano tutti e quindi entra in gioco la *responsabilità sociale*, che potrebbe spingere le imprese a cambiare, sia per usare il cambiamento come strumento di marketing nei confronti dei consumatori, sia per diventare organizzazioni più responsabili anche senza pubblicizzarlo.

Inoltre, possono esserci delle *pressioni governative* che spingono con leggi e regolamenti a un comportamento più sostenibile, anche pretendendo un’informazione più trasparente per i cittadini.

Nei mercati ci sono poi le *pressioni competitive*: se i concorrenti attuano politiche più attente, spingono anche le altre imprese sulla stessa strada, perché rendono i loro prodotti minacce nei confronti di quelli già esistenti. Oppure, possono crearsi nuovi mercati “green” dove le imprese che non riescono a cambiare si trovano in netto svantaggio, o addirittura trovano delle forti barriere all’entrata e rimangono escluse.

Il risparmio di alcuni *costi* e l’aumento del *profitto* sono due spinte altrettanto importanti per l’azienda. Bisogna, infatti, sottolineare che la scelta di essere sostenibile, deve andare di pari passo con il guadagno, che è l’obiettivo primario di un’impresa. Le idee che hanno impatto sia sull’aspetto finanziario

sia su quello sociale e ambientale, vengono chiamate da Grant [2009] *win-win*, o *incontri fortunati*, dove c'è interesse da entrambi i lati. Da una parte, non si può pensare ad un'eliminazione del lato economico a favore del lato puramente ambientale, ma dall'altra bisogna rendere tutti consapevoli che una crescita a lungo termine dell'economia non può prescindere da una maggiore protezione ambientale.

Riassumendo quanto detto, l'interesse del marketing può riflettere leggi esterne, richieste dei consumatori o pressioni della pubblica opinione, fattori interni al top management dell'impresa, la strategia aziendale o il perseguimento di un vantaggio competitivo.

Due comportamenti generali che si possono delineare per l'azienda sono proattivo e reattivo. Mentre un'impresa *reattiva* aspetta la legislazione in merito al cambiamento da attuare o una qualche pressione esterna per migliorare le prestazioni e agire, una *proattiva* cerca di attivarsi prima degli altri, enfatizzando la comunicazione con i propri *stakeholders* (o portatori di interesse), per poi usare il suo primato come vantaggio [Peattie, Charter, 2003].

Una volta trovata la giusta motivazione, che può dipendere dal tipo di impresa, dalle persone che la compongono o da altri motivi e che viene seguita da un tipo di comportamento, bisogna comprendere il ruolo del marketing nei confronti degli individui: "*Rendere sempre più numerose le persone desiderose e capaci di fare scelte ecosostenibili*" [Grant, 2009], concetto rivisto anche da Rettie e altri [2014] che parlano di "*social normalisation*" e cioè sostengono che l'obiettivo di chi fa marketing debba essere quello di rendere usuali le scelte sostenibili, o "green", degli individui, che in tale modo saranno spontaneamente spinti a compierle.

*"Il green marketing punta a far sembrare normali i prodotti e i servizi sostenibili e non far sembrare sostenibili quelli normali"* [Grant, 2009].

Si può, di conseguenza, parlare di una vera e propria sfida culturale e sociale: il marketing deve cercare di semplificare questo complesso problema e, scardinando i concetti conosciuti fino ad ora, arrivare a una consapevolezza

più sostenibile e, più in là, a un nuovo concetto di normalità, una vita più “intelligente” con alla base una cultura più “green”.

### **1.3 Le 4 “P” e le 5 “I”: il Green Marketing Mix**

Come nella teoria classica del Marketing, anche in quella “green” possono essere delineate le 4“P”: *product, price, place, promotion*.

Il prodotto offerto deve essere ecosostenibile, in altre parole non inquinante per l’ambiente e con materie prime certificate o da riciclo, nuovi materiali innovativi meno impattanti e deve essere prodotto in modo eco-efficiente, rimanendo competitivo nei confronti dei concorrenti soprattutto per quanto riguarda la funzionalità e il servizio che rende.

Il prezzo è solitamente più alto delle alternative convenzionali e questo può dipendere da nuove tecnologie di processo o da materiali più costosi. Un consumatore sensibile potrebbe, però, essere felice di pagare un *premium price* a un’azienda che si impegna per l’ambiente.

E’ molto importante concentrarsi sulla distribuzione poiché può avere un forte impatto ambientale, soprattutto per quanto riguarda la logistica e i trasporti. Si può cercare di ridurre l’impatto in questo senso per esempio con i prodotti a “kilometro zero” o cambiando il tipo di veicoli utilizzati. Inoltre, bisogna concentrarsi sul packaging rendendolo riciclabile e riducendolo in modo da diminuire la produzione di rifiuti.

Ci sono molti aspetti su cui un’impresa può decidere di investire per quanto riguarda la promozione: avere l’obiettivo di rendere normali i prodotti “green” promuovendoli a questo scopo, pubblicizzare i cambiamenti fatti dall’impresa per farli conoscere alle persone, fare comunicazione *in-store* spiegando ai consumatori direttamente durante l’acquisto, e così via. A livello più generale, in molti ambiti vengono usate le campagne collettive o istituzionali che promuovono non un singolo prodotto, ma l’insieme dei prodotti sensibili all’ambiente e, per finire, ci sono le certificazioni che fanno

parte della comunicazione istituzionale dell'impresa e servono per dimostrare il suo impegno in merito.

Un modo alternativo per descrivere il Marketing "ecologico" è stato proposto da Grant [2009] ne "Il manifesto del Green Marketing": avvalendosi di cinque "I" cerca di dare una linea generale delle caratteristiche che lo dovrebbero contraddistinguere.

*Intuitivo*: con la capacità di rendere facili e usuali le innovazioni sostenibili, facendo sì che le persone comprino in modo del tutto normale i prodotti sostenibili e ritengano, al contrario "strano" comprare quelli che non lo sono.

*Integrante*: che combina tutti gli aspetti della vita delle persone sia nel lato dello sviluppo economico, sia dal lato socio-ambientale. Due anime di questo marketing, sempre secondo l'autore, sono la *crescita sostenibile* o in alternativa l'uso migliore di quello che già esiste, in un'ottica di stabilizzazione della crescita.

*Innovativo*: creando nuovi prodotti ma anche stili di vita, "*nuovi modi per soddisfare vecchi bisogni*" [Grant, 2009] e questo lega i due ambiti di ricerca in questo lavoro, in quanto il Green Marketing è esso stesso un'innovazione come lo sono i prodotti che da esso derivano, dei quali si può studiare la diffusione. In particolare, le innovazioni ambientali sono un sottogruppo delle innovazioni che portano a un miglioramento della qualità ecologica.

*Invitante*: una prospettiva che le persone vogliono e desiderano adottare perché vista come migliore e non come un sacrificio.

*Informato*: che genera conoscenza e consapevolezza, in modo che gli individui stessi decidano che è meglio (più sano, vivibile, pulito) cambiare stile di vita per se stessi e per le generazioni future.

Cercare di definire il Green Marketing non è però sufficiente, bisogna creare uno schema utilizzabile dalle imprese nella pratica.

## 1.4 La matrice di Grant

Grant [2009] ha pensato a un approccio di tipo individuale per ogni impresa: non essendo il Green Marketing una visione univoca e uguale per tutti, ha pensato di delineare alcune modalità di attuazione di una strategia verde.

La sua matrice vuole essere un approccio analitico agli obiettivi del marketing e, in sostanza, racchiude nove strategie per attuare la scelta ecosostenibile nell'impresa. Guardando alle colonne possiamo notare tre approcci: "Verde" si posiziona più vicino alla visione classica, seguito dall'intermedio "Più verde" e per ultimo si ha "Verdissimo" che è radicale e rivoluzionario.

Questa distinzione riguarda gli obiettivi di marketing e in particolare la scelta se le finalità dell'impresa debbano riguardare solo l'aspetto commerciale o se debbano tenere conto anche di quello ambientale, nella visione intermedia, o del più completo aspetto culturale, nella visione più estrema. Ogni cella della matrice a sua volta presenta due aspetti diversi di implementare la strategia, che saranno spiegati nel dettaglio in seguito.

Per finire, ognuno dei tre tipi di marketing può operare a tre livelli diversi, che sono rappresentati dalle righe e sono il livello personale, quello sociale e quello pubblico.

All'impresa interessata a implementare una strategia sostenibile basta quindi studiare la matrice e trovare la combinazione più adatta alla sua storia o alla mentalità delle persone che la formano e andare poi a prendere una decisione che può riguardare tutta l'organizzazione, un marchio al suo interno o un singolo prodotto.

Prima di descrivere la matrice bisogna definire in modo più dettagliato il contenuto generale delle tre colonne principali.

Nella prima, denominata "Verde", si trovano le aziende che, rispetto ai concorrenti o ai sostituti, creano un prodotto più sostenibile o modificano un aspetto dell'impresa in modo da poter vendere dei prodotti sostenibili. Il consumatore interagisce scegliendo di comprare il prodotto perché sa essere

migliore sotto l'aspetto ecologico, ma non modifica altri aspetti della sua vita. Riguardo agli obiettivi nominati in precedenza, l'azienda in questa prospettiva persegue obiettivi puramente commerciali.

Se l'azienda decide di porsi nella colonna intermedia ("Più verde") fa un passo in più rispetto alla precedente e persegue obiettivi ambientali. In particolare, ha un approccio più collaborativo e partecipativo e cerca di modificare il comportamento dei consumatori, almeno nell'ambito del prodotto in esame, "si sta cercando di coinvolgere le persone in un programma pubblico, in una community o in un'attività" [Grant, 2009].

All'estrema destra della matrice, nell'approccio "Verdissimo", si posizionano le imprese che cercano di cambiare lo stile di vita dei consumatori creando prodotti ecologici e sostenibili che vengono, però, percepiti normali dalle persone che decidono di acquistarli. Si cerca di cambiare le abitudini quotidiane delle persone conseguendo obiettivi di tipo culturale.

	<b><u>a. VERDE</u></b>	<b><u>b. PIU' VERDE</u></b>	<b><u>c. VERDISSIMO</u></b>
<b><u>1. Aziende e Mercati</u></b>	Dare l'esempio	Sviluppare il mercato	Creare nuovi business concept
<b><u>2. Social brand e identità</u></b>	Avere partner credibili	Creare brand tribali	Ideare "Cavalli di Troia"
<b><u>3. Prodotti e abitudini personali</u></b>	Sottolineare i vantaggi collaterali	Cambiare le abitudini d'uso	Agire sugli stili di consumo
<i>-Azioni di marketing-</i>	<i>Stabilire nuovi standard <b>Comunicare</b></i>	<i>Condividere la responsabilità <b>Collaborare</b></i>	<i>Sostenere l'innovazione <b>Rimodellare la cultura</b></i>

**Fig. 1. La matrice del Green Marketing [Fonte: Grant, 2009].**

Per completare l'esposizione della matrice, bisogna entrare nel dettaglio delle celle e, in particolare, vedere i due approcci che per ognuna ha descritto l'autore.

**A1:** dare l'esempio

Comunicare alle altre imprese e ai potenziali acquirenti i valori, i principi e le attività che si stanno facendo nell'impegnarsi sul fronte dei problemi etici e ambientali. Si può fare in generale, parlando delle operazioni fatte (questo viene chiamato *framing*) oppure presentando gli specifici prodotti sviluppati in tal senso (*pointing*).

**A2:** avere partner credibili

Associarsi a un partner che affronta da tempo la tematica ambientale può aiutare a creare un'immagine, una *corporate identity* sostenibile dell'azienda. Lo si può fare con una *certificazione ambientale* oppure aderendo a un'organizzazione ONG o legandosi a un'iniziativa di un ente benefico (*cause-related marketing*), per esempio facendone lo sponsor.

**A3:** sottolineare i vantaggi collaterali

Dato che la sostenibilità punta al bene comune e i vantaggi non sono direttamente individuali, l'impresa può decidere di pubblicizzare altri vantaggi che derivano dall'avere un prodotto ideato in un certo modo. Così, può posizionare il prodotto nella fascia *di lusso* oppure, se genera del risparmio monetario, in una *economica*.

**B1:** sviluppare il mercato

Le imprese in questa casella possono cercare di trarre del vantaggio tentando di modificare la domanda verso il loro programma di sostenibilità e, in sostanza, sviluppare un nuovo mercato per quello specifico settore. Si può decidere di *informare* meglio le persone al consumo etico oppure colpirle *emotivamente* per far loro cambiare idea.

**B2:** creare brand tribali

Creare, cioè, un legame tra il brand e un particolare gruppo di utilizzatori. I due modi in cui si può implementare sono *esclusivo* ed elitario o al contrario in modo *inclusivo*, basandosi sull'empatia e sul coinvolgimento di tutti.

**B3:** cambiare le abitudini d'uso

Collaborare con i clienti e indirizzare *"i comportamenti secondo le parole d'ordine della sostenibilità: ridurre, riutilizzare, riciclare"* [Grant, 2009]. Può

esserci una lieve modifica ai comportamenti, un *aggiustamento* verso un approccio migliore o un *taglio netto* alle vecchie abitudini.

**C1:** creare nuovi business concept

L'impresa deve cercare di creare un nuovo mercato sostenibile, con un'impronta ecologica minore, cambiando radicalmente le sue operation e i suoi processi. Le due opzioni in questo caso sono nell'ambito di azione: *no-profit* o *a scopo di lucro*.

**C2:** ideare "Cavalli di Troia"

In questa categoria si trovano imprese che investono in un cambiamento culturale per fare accettare le proprie innovazioni, sia rivoluzionando la *tradizione* mantenendone la familiarità per non allontanare i consumatori, sia creando una *moda* sostenibile che i consumatori cercano di seguire per essere accettati.

**C3:** agire sugli stili di consumo

La strategia nell'angolo in basso a destra, cioè quella più "green", prevede di cambiare l'intero stile di consumo o "*inventare modi di vivere migliori, e probabilmente anche più felici*" [Grant, 2009]. Questo significa convincere le persone a usare gli oggetti più a lungo possibile dandogli valore (*tesaurizzare*) oppure incentivare la *condivisione* o il noleggio del numero maggiore possibile di beni.

Questa serie di strategie porta da un approccio più semplice e superficiale (nel senso che intacca solo la superficie delle persone) a una completa rivoluzione della vita di ognuno, nel modo di considerare l'acquisto e il consumo in generale.

Non tutte le imprese useranno subito un approccio radicale, alcune non lo useranno mai, ma la particolarità di questa teoria è la presenza di almeno una variante che sicuramente è adatta all'impresa che si considera.

Bisogna identificare la strategia adatta al business dell'impresa: considerando il tipo di mercato, le competenze interne, la strategia ambientale, il livello di attenzione dei consumatori in quel settore, ecc.

Un messaggio importante di questa concezione, ma viene ripreso anche da Peattie e Charter [2003], è che per essere a pieno un'impresa ecosostenibile (qui possiamo vederlo come essere nella terza colonna) bisogna avere una visione olistica: usare un approccio *Total Quality Management* (TQM), che significa che l'intera azienda viene inserita in un piano di cambiamento che in questo caso coinvolge anche il comportamento e lo stile di vita delle persone al suo interno prima e tutti i pubblici dell'impresa poi.

Il tema del Green Marketing è naturalmente molto più ampio e tuttora in espansione sia dal punto di vista accademico, sia nella realtà delle aziende. Il quadro fatto in questo lavoro serve soprattutto a definire l'ambito di studio generale dal quale si parte. Nella seconda sezione, si parla dei modelli che possono descrivere la diffusione di un'innovazione, che può essere un prodotto o un servizio specifico, come si vedrà nel caso delle energie; il concetto però si può ampliare anche nel caso di una materia ampia come il marketing, considerando il concetto di "green" come un'innovazione ancora in fase di espansione e assestamento.

### **1.5 Una generalizzazione a livello di Sistema Paese**

Tutti i concetti visti finora riguardano nello specifico le imprese. Tali concetti possono però essere estesi per legarli agli argomenti dei prossimi capitoli: lo studio della diffusione di energie e della loro adozione si riferisce, infatti, non solo alle imprese singolarmente ma alle scelte di un intero Paese come insieme di individui, imprese, organizzazioni e così via.

I cittadini di uno stato, i membri del sistema sociale, si possono considerare la domanda, come lo sono con le imprese. In questo caso richiedono dei prodotti o servizi come per esempio la fornitura di energia elettrica. Lo Stato viene considerato offerta poiché prende le decisioni che riguardano tutti i membri al suo interno decidendo un certo mix energetico; rimanendo nel caso in esame può avvalersi di imprese singole che forniscono e vendono energia di un qualche tipo, ma è lo Stato nel suo complesso che delinea leggi e

direttive in merito e crea l'infrastruttura adeguata per coprire tutto il suo territorio.

In questo senso può essere considerato come una grande impresa e come tale compie delle azioni di marketing, sostiene delle spese e pianifica un marketing mix. Questo tenendo conto del benessere generale della popolazione, quindi aggiungendone l'aspetto sociale.

Riguardo al concetto di Green Marketing, gli Stati, essendo gli enti a livello più alto, agiscono prima di tutto sviluppando leggi e regolamenti che riguardano il riscaldamento climatico, l'inquinamento, l'esaurimento delle risorse e così via; insieme agli organi sovranazionali agiscono come milioni di individui insieme.

Nella scelta del mix di fonti dalle quali ottenere l'energia per il Paese, ogni Stato tiene conto, come fosse un'impresa, delle motivazioni sopradette: vantaggio competitivo nei confronti degli altri Stati soprattutto in senso economico e pressioni competitive (anche da parte di enti sovranazionali), responsabilità sociale, costi e profitti.

Più uno Stato è sensibile alle tematiche ambientali, più le energie rispecchieranno questa sensibilità e saranno pulite e rinnovabili. Bisogna far notare che chiamare uno Stato "sensibile" significa che la maggioranza delle persone che lo compongono lo sono a loro volta. Se i cittadini sono attenti alle tematiche ambientali, oltre ad agire in prima persona, faranno eleggere individui altrettanto sensibili e perciò lo Stato si può considerare "sensibile" nel varare leggi e compiere azioni in questo senso.

Considerando le pressioni di enti o organizzazioni sovranazionali, si può riprendere anche la distinzione tra nazioni reattive e proattive. Nell'Unione Europea, una nazione che agisce solo una volta approvati i regolamenti comunitari vincolanti può essere detta reattiva e impone successivamente le leggi ai suoi cittadini. Un'altra che invece agisce prima al suo interno, comunicando con gli *stakeholders* (che sono proprio i cittadini) e cerca di legiferare prima di obblighi sovranazionali può essere considerata proattiva.

Allo stesso modo si può applicare la matrice di Grant e ogni Stato decide come posizionarsi nei confronti dei cittadini: se agire cioè in superficie o cambiando gli stili di vita e la cultura in generale.

Si è notato, riassumendo, che il concetto di Green Marketing è direttamente applicabile considerando le nazioni o gli stati e quindi si possono metterne in atto i concetti per spiegare le azioni degli stessi nei confronti dei cittadini.

In questo lavoro si cercano di studiare le diffusioni di due tipi di energie, l'energia eolica e l'energia nucleare, in particolare in Germania.

La scelta del mix di energie è oggi, come detto, una scelta che si può inscrivere nel Green Marketing perché contrappone fonti non rinnovabili e inquinanti a fonti pulite e non esauribili. E' una scelta che deve iniziare dal convincimento dei singoli per avere una maggioranza convinta e questo si rispecchia poi in chi governa e cioè nello Stato che prende le decisioni.

Oltre a studiare la diffusione delle due energie, si cercherà di analizzare le azioni di Green Marketing intraprese in Germania per sviluppare un processo di consapevolezza e consenso presso i cittadini, per portarli ad accettare un'innovazione nell'ambito della fornitura di energia elettrica.



## 2 La diffusione di un'innovazione

### 2.1 Ciclo di vita del prodotto

Uno dei primi studiosi a stabilire un'analogia fra prodotti commerciali e organismi biologici, collegando ai primi il concetto di ciclo di vita, fu Levitt nel 1965. Da quel momento in poi il tema del ciclo di vita del prodotto ha ispirato molti studi e, infatti, la letteratura in merito è molto fiorente.

La teoria sul ciclo di vita del prodotto è una generalizzazione empirica che riconosce distinte fasi nelle vendite dei prodotti, da quando nascono e vengono messi in commercio, a quando divengono obsoleti. Queste fasi riflettono il comportamento dei consumatori nei confronti del bene che si sta studiando.

La forma canonica del ciclo di vita del prodotto è una curva a S, rappresentata nel piano cartesiano con in ascissa il tempo e in ordinata il volume delle vendite. Il ciclo è suddiviso solitamente in quattro fasi: l'introduzione (*introduction*) del prodotto nel mercato, la crescita (*growth*), la maturità (*maturity*) e il declino (*decline*), precedute dalla fase di sviluppo del prodotto (*development*).

La fase di sviluppo comincia quando l'impresa inizia a progettare una nuova idea di prodotto, che può essere un'innovazione radicale in quel mercato oppure il miglioramento di un prodotto già esistente.

L'introduzione è il momento del lancio del prodotto che vede un lento aumento delle vendite. L'impresa cerca di costruire il mercato più velocemente possibile, investendo in attività di distribuzione e promozione, in modo da formare la propria quota di mercato.

Il prodotto entra nella fase di crescita quando è accettato dal mercato e le vendite crescono tanto da creare del profitto. Gli adottanti iniziali continuano ad acquistare il prodotto e altri consumatori decidono di seguire il loro esempio.

La maturità si ha quando si cerca di mantenere la quota di mercato raggiunta. Dato che il prodotto è stato accettato da parte della maggioranza dei potenziali clienti, si cerca di stimolare la fedeltà alla marca e il riacquisto, difendendo il prodotto dalla concorrenza. In questa fase l'incremento del volume di vendita rallenta e in generale questo stadio dura più dei precedenti.

Il declino è il momento della diminuzione delle vendite e dei profitti. Può essere lento o veloce ma comunque gli investimenti vengono ridotti ed è la fase in cui si decide se il prodotto deve essere tolto o meno dal mercato.

Svariati prodotti sono, dunque, caratterizzati da un ciclo di vita più o meno lungo, la cui forma canonica segue questo andamento. Per l'azienda è naturalmente di interesse valutare a che punto del proprio ciclo di vita si trova un nuovo prodotto, in modo da prendere le decisioni di marketing più adatte e sfruttare al meglio le possibilità offerte dal mercato.

## **2.2 La diffusione delle Innovazioni secondo Rogers**

La curva a S tipica del ciclo di vita dei prodotti trova fondamento nella teoria sulla diffusione delle innovazioni, formulata tra i primi da Everett M. Rogers [1962]. Altri sostenitori di questa teoria furono Fourt e Woodlock [1960], Mansfield [1961], Chow [1967] e Bass [1969], del quale parleremo ampiamente in seguito.

E' molto interessante notare che l'attenzione per questi temi si può osservare dal numero di citazioni su ISI Web of Science (conteggio ad aprile 2005): 988 Rogers, 119 Fourt e Woodlock, 428 Mansfield, 58 Chow e infine 582 Bass [Meade, Islam, 2006].

Citando Rogers [2003]: *"Diffusion is the process in which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of social system. It is a special type of communication, in that the message is concerned with new ideas. Communication is a process in which participants*

*create and share information with one another in order to reach a mutual understanding.”*

Secondo l'autore la diffusione è il processo in cui un'innovazione è comunicata attraverso dei canali nel tempo tra i membri di un sistema sociale, ed è una sorta di comunicazione di nuove idee.

Si hanno, riassumendo, quattro elementi chiave in questo processo: l'innovazione, la comunicazione e i suoi canali, il tempo e il sistema sociale.

Uno a uno saranno brevemente presentati tutti questi aspetti della teoria, che è alla base dei modelli che verranno utilizzati nel seguito.

### **i. L'innovazione**

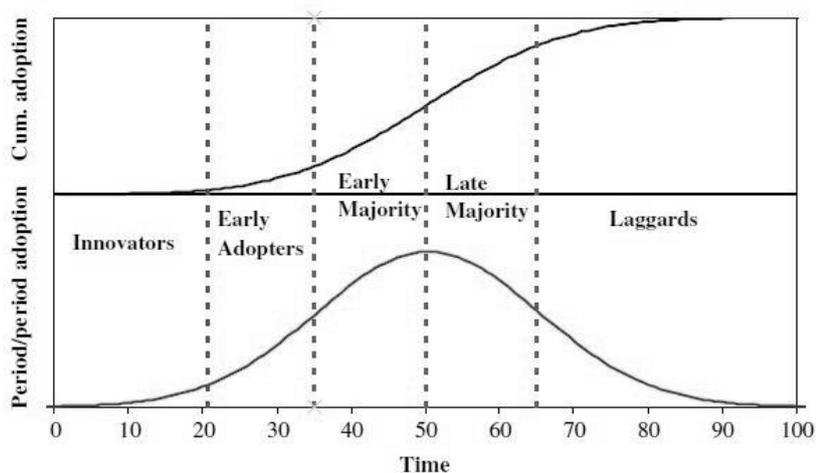
Ovviamente, il primo concetto da definire è quello di innovazione. Dal vocabolario Treccani: “L'atto, l'opera di innovare, cioè di introdurre nuovi sistemi, nuovi ordinamenti, nuovi metodi di produzione e sim.”

Secondo Kotler [1992]: *“L'innovazione fa riferimento a qualsiasi entità, bene, servizio o idea, percepita da qualcuno come nuova.”*

Il concetto di “nuovo”, come si accenna nella seconda definizione, non è vero in assoluto ma deve essere considerato tale dagli individui o dalle unità che si considerano, per esempio imprese, istituzioni o Paesi. Inoltre, si possono distinguere due tipi di innovazioni: in un primo gruppo troviamo tutte le innovazioni che sono sostanzialmente il miglioramento, il restyling di altre o l'aggiunta di un attributo e sono chiamate *innovazioni incrementali*; nel secondo gruppo, invece, sono le *innovazioni radicali* che sono prodotti completamente nuovi al mercato e soddisfano in modo completamente diverso i bisogni dei consumatori.

La decisione di acquisto di un prodotto, nel caso in esame la decisione di adozione di un'innovazione, ha impatto su più di un bisogno. Se usiamo la classificazione proposta da Max-Neef e altri [1992] possiamo riconoscere questi bisogni: sussistenza, protezione, affetto, comprensione, partecipazione, tempo libero, creatività, identità e libertà. Tra questi, alcuni sono prettamente individuali, altri possono essere chiamati “sociali”.

Questa prima distinzione porta a esaminare più da vicino la teoria di Rogers [2003], nella quale i consumatori non hanno tutti la stessa propensione all'acquisto di un prodotto, ma possono essere divisi in cinque gruppi in base al tempo di adozione. La forma di questa curva, nella sua formulazione periodo per periodo, segue approssimativamente una distribuzione normale. Dei cinque gruppi riconosciuti da Rogers fanno parte per primi i consumatori pionieri, che sono un numero molto limitato di persone che sono propense a sperimentare per prime il prodotto, seguiti dagli adottanti iniziali, dalla maggioranza iniziale, che comprende il grosso del mercato potenziale, e infine dalla maggioranza ritardataria e dai consumatori ritardatari, caratterizzati da un comportamento più conservatore.



**Fig. 2. Curve di diffusione stilizzate, nella formulazione cumulata e periodo per periodo [Fonte: Meade, Islam, 2006].**

Si può quindi ritornare all'affermazione fatta in precedenza, poiché le persone che sono disposte a sperimentare per prime il prodotto lo fanno seguendo bisogni individuali e confrontandosi solo con se stesse. I consumatori più ritardatari (la maggioranza) tendono, invece, ad aspettare che un certo numero di persone abbia acquistato o provato il prodotto e quindi usano la dimensione sociale per convincersi.

Questo effetto di “*network*” nella comunicazione è, però, trattato solo in astratto e queste prime teorie non considerano direttamente questo problema, il quale verrà presentato in modo più approfondito in seguito.

Finora si è definito il concetto di innovazione, si è parlato dei bisogni che vengono soddisfatti adottando un’innovazione e che in questo modo si nota una divisione degli individui in due macro gruppi.

Le innovazioni non possono però essere considerate tutte uguali, perché sarebbe una semplificazione troppo forte della realtà e questo, tra l’altro, non spiegherebbe le diverse velocità di sviluppo dei vari prodotti. Vengono quindi delineate alcune caratteristiche che le diversificano e anche queste vanno viste come frutto della percezione individuale; la somma di tali percezioni dà luogo al comportamento collettivo.

La prima caratteristica delineata da Rogers [2003] è il *vantaggio relativo* e riguarda il grado con cui un’innovazione è considerata un miglioramento rispetto all’esistente. Questo va considerato in termini economici, di prestigio sociale, di convenienza e di soddisfazione.

Poi c’è la *compatibilità* e cioè se un’innovazione è compatibile con le tecnologie esistenti, o anche con i valori, le esperienze e i bisogni dei potenziali adottanti.

La terza caratteristica è la *complessità*: un’innovazione può essere percepita facile da usare e comprendere o, al contrario, difficile e che quindi necessita di conoscenze e abilità nuove.

La penultima è la *testabilità*, in altre parole il grado in cui un prodotto può essere provato e testato prima di essere comprato; analogamente può essere definita come il grado in cui permette il *learning by using* prima dell’acquisto vero e proprio. In alcuni casi c’è la possibilità di comprare la versione base o un modulo del prodotto, prima di espanderlo e completarlo.

Infine, l’*osservabilità* è quanto un’innovazione è visibile ai consumatori, che possono quindi vedere come funziona o vederne i risultati prima dell’adozione.

In breve, più un'innovazione dà vantaggio, più è compatibile con l'ambiente circostante, testabile e osservabile e meno complessa, maggiore è la velocità di adozione.

## **ii. La comunicazione**

In precedenza si è definita la comunicazione considerando degli individui che condividono informazioni riguardo un argomento, in questo caso l'innovazione, per comprenderlo. La comunicazione di una nuova idea, secondo questa teoria, ha quattro elementi distintivi: l'innovazione di cui parlano gli individui, un individuo che ha delle conoscenze o esperienze riguardo l'argomento di discussione, l'altro individuo che invece non ha conoscenze in merito e il canale di comunicazione, o mezzo, che può essere la semplice comunicazione interpersonale (*face-to-face*), i mass media o internet.

## **iii. Il tempo**

Nella diffusione delle innovazioni esiste un lasso temporale che si estende dal lancio del prodotto sul mercato a quando viene adottato dai membri del sistema sociale. Inizialmente, solo una piccola parte della popolazione (i pionieri) adotterà l'innovazione, seguita poi dagli adottanti iniziali, la maggioranza iniziale (con essa si raggiunge il 50% del totale) e infine la maggioranza ritardataria e i ritardatari. Questa eterogeneità di comportamento negli individui è chiamata dall'autore "*innovativeness*" e definisce la ricettività del mercato. Queste categorie sono appunto basate sul tempo: gli innovatori hanno molta esposizione ai mass-media, i loro collegamenti interpersonali sono molto ampi e accettano l'incertezza; i ritardatari prediligono le relazioni con gli altri individui, il *word-of-mouth* e aspettano che l'incertezza si diradi e si abbia una sicurezza sempre maggiore del nuovo prodotto.

Altro aspetto che riguarda il tempo è l'"*innovation-decision process*", che è il periodo che trascorre da quando un individuo prende conoscenza dell'innovazione, a quando decide di adottarla o di rifiutarla. In questo

particolare ambito, l'autore ha rilevato cinque fasi che ogni individuo supera nel processo di adozione: conoscenza, persuasione (formazione di un'attitudine favorevole o contraria all'innovazione), decisione di accettazione o rifiuto, implementazione (inizio dell'uso se viene accettata), conferma. Il processo, in generale, ha una durata diversa in base al gruppo di appartenenza di un individuo: può durare fino ad alcuni anni.

Per concludere, si può calcolare il tasso di adozione ("*rate of adoption*"), che si calcola come numero di adozioni in un certo tempo e ci dà informazioni sulla velocità di diffusione in un sistema sociale.

#### **iv. Il sistema sociale**

Il sistema sociale è l'ambiente dove si sviluppa e si diffonde un'innovazione e presenta una certa struttura. "*The social structure of the system constitutes a boundary within which an innovation diffuses*" [Rogers, 2003]. La struttura di un sistema è il modo in cui sono legate le unità dello stesso. A loro volta le unità possono essere individui, gruppi, organizzazioni, ecc.

Nel sistema sociale le unità sono impegnate nella risoluzione di un problema per raggiungere uno scopo comune.

### **2.3 Alcuni modelli per la diffusione delle Innovazioni**

Come accennato prima, sono innumerevoli le ricerche nell'ambito della diffusione delle innovazioni. Uno dei punti in comune è la forma della curva che rappresenta le adozioni cumulate: la curva a S.

Secondo quanto scrivono Meade e Islam [2006], nell'articolo in cui raccolgono alcuni studi degli ultimi 25 anni sull'argomento, le due ipotesi estreme a sostegno di questa forma sono la dinamicità della popolazione (che al suo interno è omogenea) e dall'altra parte l'eterogeneità della popolazione. Il modello di Rogers [2003], di cui si è parlato finora, è uno degli esempi più famosi di popolazione eterogenea. Infatti, ogni persona in questo modello ha una diversa propensione a innovare che la inserisce in un gruppo ben

preciso. Ogni individuo ha una soglia di adozione, più bassa nei primi gruppi, come gli innovatori, e molto alta nel caso dei ritardatari. Inoltre, ci sono differenze anche socio-demografiche tra i vari gruppi, per esempio il reddito o la condizione sociale.

A ideare la teoria del reddito fu, tra gli altri, Duesenberry [1949]. Avanzando nel proprio ciclo di vita, ogni prodotto subisce dei cambiamenti di prezzo, il quale nella maturità e nel declino tende ad abbassarsi. Man mano che il prezzo si abbassa più persone possono permettersi di comprare il prodotto, avendo infatti un reddito sufficiente.

Una teoria simile è quella di Russel [1980], che assegna a ogni gruppo di individui (ogni singolo fa parte di un gruppo) una soglia di prezzo. L'autore si ispira alla teoria economica classica per spiegare la curva a S: assegna agli individui un "*reservation price*", o prezzo soglia, tale per cui superato in negativo quel prezzo, viene innescato un acquisto. Il parametro che differenzia ogni gruppo è il reddito: i gruppi con redditi più alti avranno una soglia più alta e così a scendere fino ai redditi minori.

Anche il tempo, in generale, può avere effetti sulla velocità di adozione. Per esempio, una teoria di Kohli e altri [1999] introduce il concetto di "*incubation time*". Essendo questa idea legata al modello di Bass, verrà trattata parlando del modello nella prossima sezione.

In alcuni studi il tempo di incubazione è considerato stabile e fisso, ma secondo Van den Bulte [2000], in uno studio della velocità di adozione di vari prodotti dal 1923 al 1996, la velocità di adozione è aumentata negli anni. La velocità di diffusione, o di adozione, viene definita dall'autore la quantità di tempo che un'innovazione impiega a passare da un tasso base di penetrazione nel mercato (0% o 10%) ad un alto tasso di penetrazione (90% o 100%) e il tasso di penetrazione è il numero di clienti effettivi in un determinato momento, sul totale del mercato potenziale. Secondo questo studio, la velocità è cresciuta in quegli anni a causa di cambiamenti demografici ed economici, come l'aumento del potere di acquisto, cambiamenti del reddito e dell'occupazione lavorativa e dipende dal tipo di

prodotto considerato, cioè dal suo prezzo e dalla presenza o meno di infrastrutture o prodotti complementari.

Altri lavori parlano invece di come l'eterogeneità legata alla distribuzione geografica degli individui influenzerebbe l'adozione e usano una teoria fisica, la "*percolation theory*", che è un modo per legare i dati di vendita con il comportamento individuale nella comunicazione, usando simulazioni al computer [Goldenberg et al., 2000].

Un modello che considera che la popolazione sia dinamica è quello di Bass [1969], al quale, come detto, sarà dedicata la prossima sottosezione.

L'aspetto in comune di tutte queste teorie, brevemente accennate, consiste nella stabilità e non cambiamento dell'ambiente. Questo è facilmente criticabile nella realtà e per questo molti altri modelli aggiungono delle variabili ambientali nel mercato potenziale, nella probabilità di adozione o in entrambi.

Nel primo caso, viene ipotizzato che le variabili ambientali (o del marketing mix) determinino il totale delle adozioni. Nel secondo, invece, le variabili accelerano o ritardano le adozioni [Meade, Islam, 2006].

Per spiegare il mercato potenziale, molti autori usano una funzione del prezzo, della pubblicità o di un elemento del marketing mix. Queste variabili ambientali sono inserite nella probabilità di adozione in molti modi diversi, parametrizzando i parametri dei modelli o inserendo un termine moltiplicativo.

La varietà di questi modelli, naturalmente più complessi dei precedenti, è tale da non permettere un resoconto esaustivo. Nei prossimi paragrafi, dopo la spiegazione dettagliata del modello di Bass, verrà presentato un modello ideato da Guseo e Guidolin [2009] che è una possibile soluzione del problema delle variabili ambientali. In questo modello viene messa in discussione la natura costante del mercato potenziale; esso è compreso nel secondo caso descritto da Meade e Islam [2006], cioè dove queste variabili ambientali possono accelerare o ritardare le adozioni.

### 2.3.1 Modello di Bass

Un approccio matematico alla diffusione delle innovazioni è il modello di Bass [BM, 1969]. L'autore parte dalle teorie qualitative di Rogers e tenta di tradurle in un modello matematico per spiegare l'atto di adozione.

In questo modello i consumatori, cioè i potenziali adottanti, vengono divisi in due categorie distinte: gli *innovatori* e gli *imitatori*. I primi adottano indipendentemente dal comportamento degli altri individui, mentre i secondi imitano chi ha già adottato e sono influenzati dalla pressione che esercita il sistema sociale.

Queste due categorie discendono, anche, dall'importanza che viene data alla comunicazione. Infatti, ogni consumatore può essere influenzato da una sola fonte di informazione: esterna, se è influenzato dalla comunicazione dei mass-media, o interna, se è influenzato dal passaparola che si crea tra gli individui. Il primo gruppo è quello degli innovatori, il secondo quello degli imitatori, che cioè imparano imitando gli altri.

La probabilità per un individuo di adottare un nuovo prodotto al tempo  $t$  dipende, in questo modello, da due forze. La prima non è legata ai precedenti adottanti e viene spiegata dal parametro che rappresenta l'influenza esterna (denotato con  $p$ ); la seconda forza è, invece, legata al numero degli individui che hanno già adottato e cioè al parametro dell'influenza interna (denotato con  $q$ ).

Si può anche vedere un'analogia di questo processo alla diffusione di un'epidemia: Bass [1969] ha, infatti, studiato i modelli di contagio che trovano applicazione nell'epidemiologia, pensando che l'imitazione possa anche essere vista come un contagio (*contagion effect*).

Formalmente il modello può essere espresso con un'equazione differenziale di primo ordine:

$$z'(t) = \left( p + q \frac{z(t)}{m} \right) (m - z(t)) \quad (2.1)$$

dove  $z'(t)$  sono le vendite o adozioni istantanee, mentre il suo integrale  $z(t)$  sono le vendite o adozioni cumulate. Il mercato potenziale  $m$  rappresenta il numero massimo di vendite o adozioni realizzabili durante tutto il ciclo di vita ed è assunto costante.

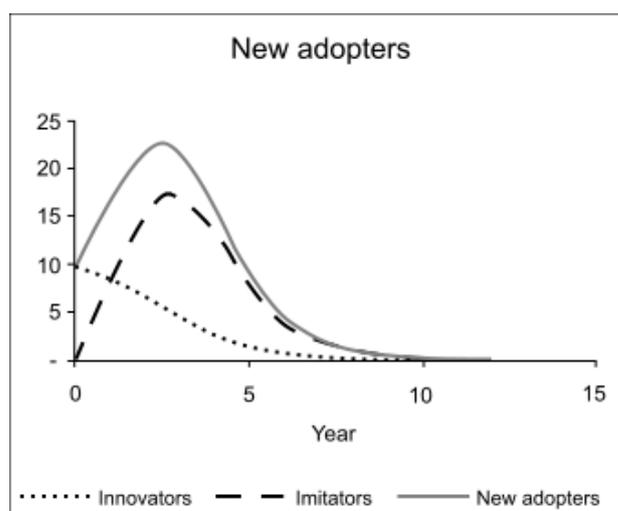
Il secondo fattore dell'equazione rappresenta, quindi, il mercato residuo, che è proporzionale alle vendite istantanee. Questo è moltiplicato ai due addendi che lo precedono, in particolare il primo è  $p(m - z(t))$  che rappresenta la frazione innovativa del mercato, o semplicemente gli innovatori, e dipende dal parametro  $p$  che è chiamato coefficiente innovativo. Questo gruppo è essenziale nella fase iniziale del processo, infatti possiamo notare che in  $t = 0$ , dove  $z(t)$  è ancora nullo perché nessuno ha iniziato a comprare, solo questa parte agisce e  $z'(0) = pm$ . Successivamente, diminuisce in modo monotono nel tempo.

La componente  $q \frac{z(t)}{m} (m - z(t))$  rappresenta, invece, la parte di adozioni che avvengono al tempo  $t$  e che dipendono dalle adozioni precedenti e quindi dall'effetto passaparola (*word-of-mouth effect*). In altre parole rappresenta il gruppo degli imitatori, che sono essenziali per lo sviluppo e la crescita del processo di diffusione. Il parametro  $q$  è filtrato dalla frazione  $z(t)/m$  che rappresenta la quota di mercato che ha già adottato o acquistato sul mercato totale. Il numero degli acquirenti cresce per l'effetto congiunto dei due fattori, quindi all'avanzare del tempo  $z(t)$  tende naturalmente a  $m$ , perché alla fine del ciclo di vita del prodotto, o alla fine della diffusione dell'innovazione, il mercato potenziale viene saturato completamente. Peraltro, prima della saturazione la frazione cresce e comprende sempre più persone.

Il massimo della curva, cioè il picco della diffusione dell'innovazione, si ha circa in  $m/2$ .

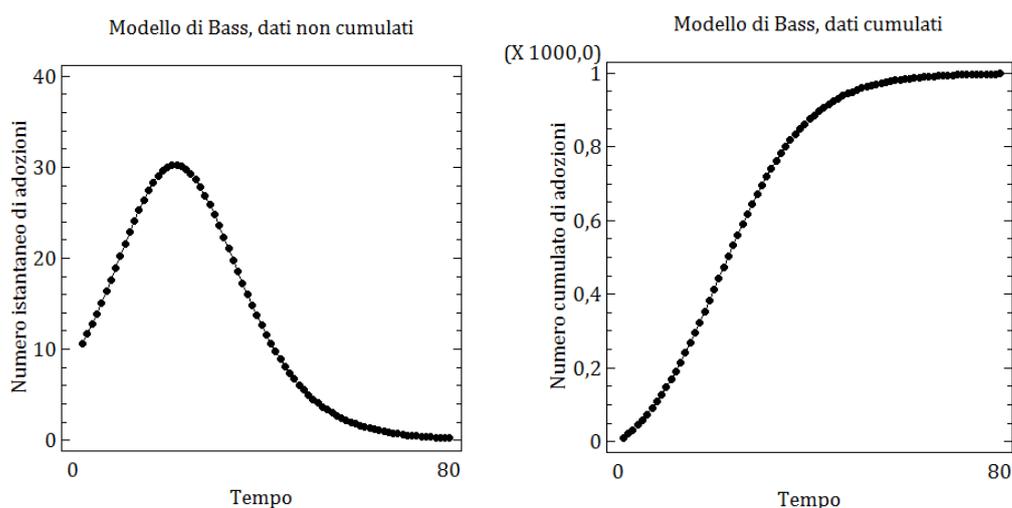
La soluzione in forma chiusa di questa equazione è espressa per  $z(t)$ , cioè facendo riferimento alle adozioni cumulate:

$$z(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}. \quad (2.2)$$



**Fig. 3. I nuovi adottanti nel modello di Bass, in particolare il comportamento di innovatori e imitatori [Fonte: Wikipedia, Bass diffusion model].**

Solitamente nelle applicazioni viene utilizzata l'equazione 2.2, la quale ha il vantaggio di permettere previsioni di  $z(t)$  per un qualunque tempo  $t$ , stimando i parametri  $p$  e  $q$ . Mentre il grafico del modello come denotato nell'equazione 2.1 segue un andamento approssimativamente normale, quello della funzione 2.2 è una curva a S, forma che abbiamo detto essere tipica del processo di diffusione [Fig. 4].



**Fig. 4. Simulazione curve modello di Bass con StatGraphics. Il modello è stato stimato ponendo  $m=1000$ ,  $p=0,01$  e  $q=0,1$ .**

Riscrivendo l'equazione in questo modo:

$$\frac{z(t)}{m} = y(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \quad (2.3)$$

si può considerare la frazione  $z(t)/m$ , la percentuale di adozione, e si ha quindi un numero compreso tra 0 e 1. Mentre  $p$  e  $q$  determinano la velocità del processo,  $m$  è il parametro di scala assunto costante.

Una volta descritto il modello, se ne possono valutare pregi e limiti. Il primo vantaggio del modello è l'essere parsimonioso, con solo tre parametri da stimare  $m$ ,  $p$  e  $q$ , per la quale stima sono necessari solo dati aggregati, facilmente reperibili. Questo lo rende semplice e di facile interpretazione.

Un altro aspetto di semplicità è rappresentato dal fatto che il mercato potenziale viene considerato costante lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, ma questo è il suo maggiore limite. Infatti, nella vita reale ci si trova difficilmente davanti a un mercato potenziale che non muta a causa di fattori esogeni o endogeni. Bisogna poi aggiungere che il modello non tiene conto di variabili esogene che possono modificare anche la velocità della diffusione e, ancora, che esso parte dall'assunzione che il ciclo di vita di ogni prodotto sia finito, scelta che potrebbe essere opinabile in alcuni casi. Quest'ultimo difetto porta il modello a prevedere la chiusura del processo di diffusione troppo presto, in casi in cui le conoscenze e la stessa lettura dei dati direbbero il contrario.

Goldenberg e altri [2000] riassumono così le proprietà del modello: (i) E' il più conosciuto e dominante rispetto agli altri. (ii) Descrive bene il comportamento di molti tipi di dati. (iii) Se ci sono abbastanza dati a disposizione, si può usare per prevedere le vendite di un prodotto. D'altro canto (iv) molti criticano il fatto che non rispecchia il reale comportamento dei consumatori e che la parsimonia, pur essendo un suo punto di forza, porta all'incapacità di descrivere completamente il processo.

Una possibile generalizzazione è prevista nel modello di Bass generalizzato [Bass et al., 1994], dove viene aggiunta una funzione di intervento  $x(t)$  che permette di considerare interventi esterni che possono accelerare o ritardare il processo.

Questo tipo di interventi non vengono trattati specificamente in questo lavoro, mentre ci si occupa di rilassare l'assunzione di mercato potenziale costante.

### **2.3.2 Modello di Guseo e Guidolin**

Come accennato sopra, il mercato potenziale, che nel modello di Bass è considerato costante e fissato pari a  $m$ , nella realtà più facilmente avrà una struttura variabile, dovuta a fattori interni o esterni al processo.

Anche in questo caso la letteratura presenta varie alternative per la modellazione del mercato potenziale, ma in questo lavoro si usa l'approccio proposto da Guseo e Guidolin [GGM, 2009], dove  $m$  diventa  $m(t)$  e dipende, cioè, dal tempo.

*“Osserviamo che questa variabilità [del mercato potenziale] 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 attività di marketing e management giocano un ruolo cruciale nello stimolare il decollo (take off) del prodotto”* [Guseo, Guidolin, 2009].

In sostanza, viene definito periodo di incubazione il tempo che passa dallo sviluppo del prodotto (processo che finisce quando il prodotto è tecnologicamente pronto) alla diffusione di massa dello stesso e può dipendere da due gruppi di motivi: di fornitura e di domanda. *“The incubation period is the time between the essential completion of product development and the beginning of substantial sales for the product”* [Kohli et al., 1999].

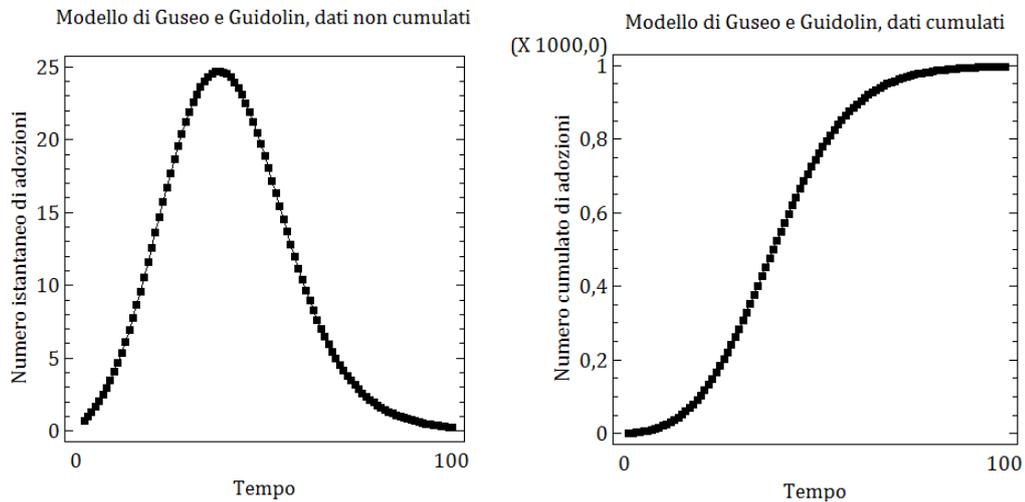
Guseo e Guidolin [2009] sostengono, quindi, che pubblicità, promozioni e attività di marketing abbiano effetto soprattutto all'inizio del processo, al

lancio del prodotto e poi durante il periodo di incubazione, mentre il passaparola e la comunicazione in generale tra individui facciano effetto successivamente.

Riprendendo le equazioni precedenti 2.1 e 2.2, abbiamo che la generalizzazione del modello con  $m(t)$  è descritta in questo modo:

$$z'(t) = \left( p + q \frac{z(t)}{m(t)} \right) (m(t) - z(t)) + \frac{m'(t)}{m(t)} z(t); \quad (2.4)$$

$$z(t) = m(t) \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}. \quad (2.5)$$



**Fig. 5.** Simulazione curve modello di Guseo e Guidolin con StatGraphics. Il modello è stato stimato ponendo  $K=1000$ ,  $p_s=0,01$  e  $q_s=0,1$  come nel modello di Bass e, in aggiunta,  $p_c=0,001$  e  $q_c=0,1$ .

Si può notare che le funzioni restano pressoché invariate, se non per il mercato potenziale, che ora dipende dal tempo; lo stesso vale per i grafici come si può vedere in **Fig.5**. La funzione che rappresenta  $m(t)$  può essere qualsiasi. La specificazione scelta in questo lavoro deriva da un'evoluzione dei Modelli ad Automi Cellulari (*Cellular Automata models*), presentati per la prima volta da Ulam e Von Neumann nel 1950 e sviluppati negli anni Ottanta da Wolfram [1984], che sono usati in molti lavori anche per spiegare fenomeni legati alla diffusione [Guidolin, 2008].

Lasciando da parte una spiegazione dettagliata, si presenta la formulazione finale del mercato potenziale, dipendente dal tempo, di Guseo e Guidolin [2009]:

$$m(t) = K \sqrt{\frac{1 - e^{-(p_c + q_c)t}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c + q_c)t}}} \quad (2.6)$$

In questa funzione sono presenti tre parametri:  $K, p_c, q_c$ . Il primo è il parametro di scala, che dà la grandezza del processo, mentre i secondi due parametri rappresentano la parte esterna ed interna della comunicazione e cioè la comunicazione istituzionale e/o dei media e il *word-of-mouth*, rispettivamente.

In specifico, si è indagato sulla relazione che lega informazione e innovazione. Gli autori si sono riferiti al concetto, sviluppato da Cohen e Levinthal [1990], di "*absorptive capacity*": "*Abilità di riconoscere il valore di una nuova informazione, assimilarla e applicarla*" [Guseo, Guidolin, 2009].

Il mercato potenziale viene considerato una funzione di questo processo di conoscenza: è una misura diretta di *absorptive capacity* e si può immaginare come un network (una rete) di connessioni tra individui, che mutano nel tempo e possono nascere o decadere.

Vengono considerati due tipi di comunicazioni: quelle tra due individui diversi e quella di ogni individuo con se stesso, in quanto prendere conoscenza con un'innovazione può voler dire anche convincere se stessi che è accettabile e quindi adottabile. Ogni azione a livello individuale, se considerata come somma alle altre, forma il comportamento della società.

Se si considera una società con  $N$  individui, è facile capire che le relazioni, o le connessioni, che si possono instaurare sono  $N^2$ , delle quali molte sono doppie, quindi semplicemente per ricondursi ad una situazione unidimensionale il fattore del modello che rappresenta il mercato potenziale è sotto radice.

Si ha, riassumendo, un mercato potenziale che è funzione del processo conoscitivo ed è espresso come proporzione di comunicazioni attive al tempo  $t$ , moltiplicata per il parametro di scala  $K$ , che descrive il fenomeno in termini assoluti [Guidolin, 2008].

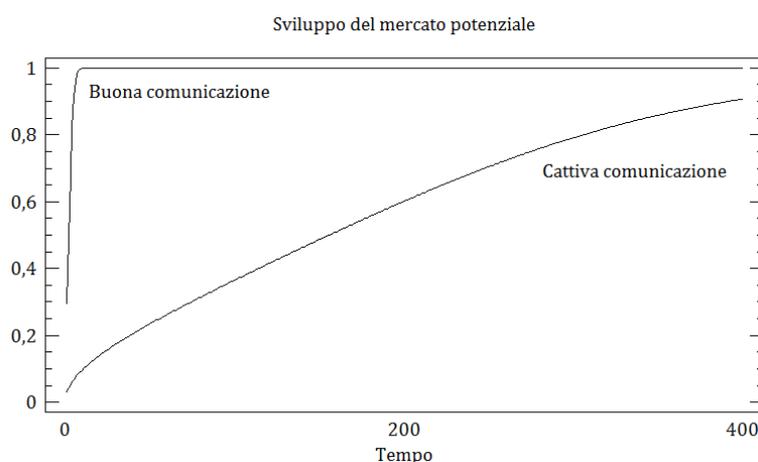
La formulazione completa del modello diventa un prodotto tra due fattori:

$$z(t) = K \sqrt{\frac{1-e^{-(p_c+q_c)t}}{1+\frac{q_c}{p_c}e^{-(p_c+q_c)t}} \frac{1-e^{-(p_s+q_s)t}}{1+\frac{q_s}{p_s}e^{-(p_s+q_s)t}}}. \quad (2.7)$$

Il modello consta appunto di due parti: queste sono la *comunicazione* e l'*adozione*, che rimangono separate pur evolvendo insieme.

La seconda parte, fuori radice, è la componente di adozione spiegata dai parametri  $p_s$  e  $q_s$ , che sono i coefficienti innovativo e imitativo dell'adozione. Sotto radice si ha la particolare formulazione scelta per il mercato potenziale che spiega, quindi, la comunicazione. In questo modello si hanno dunque cinque parametri.

In conclusione, possiamo considerare questo modello come una formulazione di quello di Bass in cui informazione e adozione sono fasi separate. Nella prima fase va stimolata la conoscenza riguardante il nuovo prodotto, in seguito iniziano le adozioni.



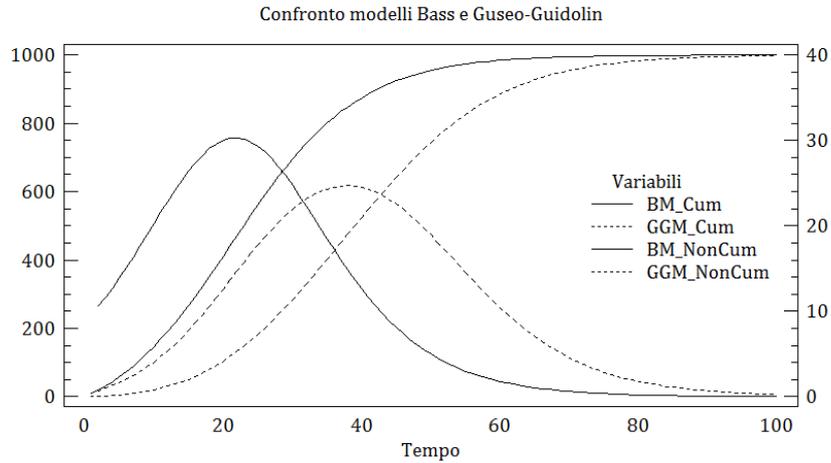
**Fig. 6. Due diversi sviluppi nel tempo del mercato potenziale nel caso di una cattiva comunicazione ( $p_c=0,0009$  e  $q_c=0,009$ ) e una buona comunicazione ( $p_c=0,06$  e  $q_c=0,8$ ); in entrambi i casi si è posto  $K=1$  [Fonte: Guidolin, 2008].**

Una rappresentazione grafica può far vedere più chiaramente il ruolo della comunicazione in questo tipo di processi [Fig. 6]. Un processo con una comunicazione molto buona, cioè con valori alti dei parametri  $p_c, q_c$ , implica uno sviluppo molto rapido del mercato potenziale, che giunge velocemente al suo massimo ed è poi costante, riconducendo al modello di Bass. Una cattiva comunicazione porta invece a una lenta crescita del mercato potenziale, la cui curva è molto meno ripida [Guidolin, 2008].

I vantaggi di questo modello superano quelli del BM perché viene corretto il problema del mercato potenziale costante. La sua struttura diventa, infatti, funzione di un processo di comunicazione e informazione che genera una conoscenza collettiva. Si può separare la comunicazione dalle adozioni vere e proprie e, come si è rilevato in precedenza, si può valutare una politica comunicativa in senso positivo se ha spinto velocemente il mercato potenziale al suo massimo innescando le adozioni, in senso negativo se il raggiungimento del mercato potenziale è stato lento e ha ritardato le vendite. Il modello rimane comunque facile da utilizzare e implementare e la sua stima necessita solo dei dati riguardo alle adozioni cumulate. Oltre alla semplicità d'uso di questo tipo di dati, bisogna porre l'accento sul significato: i dati riguardo alle adozioni descrivono le decisioni concrete dei consumatori, che possono derivare da comunicazione positiva o negativa e che servono poi per valutare la stessa alla luce delle vendite fatte.

Rispetto al BM, i parametri sono aumentati di due, ma rimane comunque un modello parsimonioso.

La differenza tra il modello di Bass e quello di Guseo e Guidolin si può vedere chiaramente nel grafico seguente [Fig. 7] dove sono rappresentati entrambi, sia nella versione cumulata ("Cum", asse y a sinistra) sia nella modalità periodo per periodo o istantanea ("NonCum", asse y a destra). La loro diversità sarà sottolineata soprattutto nel quarto capitolo, quando i due modelli saranno stimati sui dati tedeschi.



**Fig. 7. Curve dei modelli Bass e Guseo-Guidolin, sia cumulate che non (i parametri sono gli stessi di Fig. 4 e Fig. 5).**

## 2.4 Stima dei modelli di Bass e Guseo-Guidolin

Come si è notato in precedenza, i due modelli necessitano della stima di pochi parametri per la loro applicazione. Nel modello di Bass abbiamo tre parametri  $m$ ,  $p$  e  $q$ , mentre nel modello di Guseo e Guidolin ai precedenti se ne aggiungono due. Essi vengono stimati utilizzando i dati di vendita cumulati che si hanno a disposizione; all'aumentare del numero di dati naturalmente la stima migliora e in questo tipo di modelli la situazione ideale sarebbe avere un numero di dati tale che la serie abbia già superato il picco perché ciò permetterebbe una stima molto robusta dei parametri. Una situazione di questo tipo, però, si presenta un numero esiguo di volte, dato che è di minore interesse a fini previsivi studiare il comportamento di una serie già conclusa, rispetto a una iniziata da poco. La stima di questi modelli secondo un modello di regressione non lineare, si basa sulla minimizzazione della varianza tramite il criterio dei minimi quadrati non lineari (NLS).

Si supponga di avere  $n$  osservazioni  $(x_i, y_i)$  con  $i = 1, 2 \dots n$  da un modello non lineare nei parametri:

$$y_i = f(x_i, \vartheta^*) + \varepsilon_i \quad i = 1, 2 \dots n \quad (2.8)$$

dove  $y_i$  è la risposta del sistema dipendente dal tempo  $t$ , in questo caso  $x_i$ ;  $f$  è la componente deterministica, una funzione nota e dipendente da  $x_i$ , vettore di variabili esplicative, e da  $\vartheta^*$ , il vero valore, incognito, del vettore dei parametri  $\vartheta$ . Inoltre si assume che il termine d'errore  $\varepsilon_i$  sia a media nulla e cioè  $E(\varepsilon_i) = 0$ . Altre ipotesi sulla varianza degli errori non sono assunte, in quanto non necessarie per l'uso del criterio di stima dei minimi quadrati.

Si denoti con  $\hat{\vartheta}$  una stima dei minimi quadrati ottenuta dalla minimizzazione della devianza  $S(\vartheta)$ , ovvero la somma dei quadrati degli scarti delle osservazioni dal modello stimato:

$$S(\vartheta) = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i, \vartheta))^2 \quad (2.9)$$

in  $\vartheta \in \theta$ , sottoinsieme di  $\mathbb{R}^k$ . Come nei minimi quadrati lineari (OLS) l'obiettivo è quello di minimizzare la devianza, ma in questo caso il minimo non è unico e  $S(\vartheta)$  può presentare molteplici minimi relativi e altrettanti minimi assoluti.

Con alcuni passaggi si possono ricavare le equazioni normali per il modello non lineare, le cui soluzioni portano alla stima  $\hat{\vartheta}$ . Per la maggior parte dei modelli non lineari non è possibile una risoluzione analitica, il che rende necessario l'uso di algoritmi iterativi per la stima.

Nei successivi sottoparagrafi saranno in breve spiegati due metodi di stima iterativi: *l'algoritmo di Gauss-Newton* e *l'algoritmo di Levenberg-Marquardt*, ottenuto con una modifica del primo.

#### **2.4.1 L'algoritmo di Gauss-Newton**

L'algoritmo di Gauss-Newton si ottiene a partire da un'approssimazione in serie di Taylor di primo ordine di  $f_i(\vartheta)$  (per semplicità indicato in (2.10) con  $f(\vartheta)$ ) in un intorno di  $\vartheta_a$ , dove  $\vartheta_a$  è un vettore di parametri considerati una buona approssimazione della stima  $\hat{\vartheta}$  e vengono specificati all'inizio del processo. Una volta decisi questi parametri (nel caso dei modelli in esame si

hanno  $m$  ( $K$ ),  $p$  ( $p_s$ ),  $q$  ( $q_s$ ),  $p_c$ ,  $q_c$ ) l'algoritmo procede per iterazioni successive fino a convergere.

Si ha quindi:

$$f(\vartheta) \approx f(\vartheta_a) + F_{.a}(\vartheta - \vartheta_a) \quad (2.10)$$

dove  $F_{.a} = \frac{\partial f(\vartheta_a)}{\partial \vartheta}$ . La formulazione dell'algoritmo risulta quindi:  $\vartheta_{a+1} = \vartheta_a + \delta_a$ , dove  $\delta_a$  è la distanza tra le due stime  $\vartheta_a$  e  $\vartheta_{a+1}$ . L'algoritmo prosegue iterativamente fino al momento in cui non è soddisfatta una regola di arresto. Solitamente questa regola può essere  $\delta_a < \varepsilon$  con  $\varepsilon$  piccolo a piacere, si è cioè minimizzata la varianza raggiungendo la stima  $\hat{\vartheta}$ .

Nello specifico:

$$\delta_a = \vartheta_{a+1} - \vartheta_a = (F'_{.a} F_{.a})^{-1} F_{.a} (y - f(\vartheta_a)). \quad (2.11)$$

#### 2.4.2 L'Algoritmo di Levenberg-Marquardt

Il metodo di Levenberg-Marquardt si ottiene dall'algoritmo precedente attraverso la seguente modifica:

$$\delta_a = \vartheta_{a+1} - \vartheta_a = (F'_{.a} F_{.a} + \eta_a D_a)^{-1} F'_{.a} (y - f(\vartheta_a)). \quad (2.12)$$

Si ha che  $D_a$  è una matrice diagonale a rango pieno con elementi positivi e spesso, per semplicità,  $D_a = I_p$ . Il parametro  $\eta_a$  viene modificato sulla base del valore della devianza  $S(\vartheta)$ . Al passo  $i$ , se la devianza si riduce rispetto al passo precedente  $i - 1$ , viene ridotto il valore del parametro; se invece la devianza aumenta viene incrementato anche il valore di  $\eta$ . Se si arriva a  $\eta = 0$  ci si ricongiunge al caso precedente dell'algoritmo di Gauss-Newton.



## 3 Nucleare ed eolico: energie a confronto

### 3.1 Fonti energetiche

L'energia che viene fornita ogni giorno, innanzitutto per generare elettricità ma anche per innumerevoli altri utilizzi, può derivare da due tipi di fonti: rinnovabili e non rinnovabili. Questa distinzione viene fatta in base alla loro capacità di replicarsi nel tempo.

Con il termine *energie rinnovabili* si intendono le forme di energia prodotte dalle fonti che derivano da risorse naturali che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono sfruttate o sono "inesauribili" se si considerano scale di tempo non quantificabili per gli esseri umani. Si può dire quindi che l'utilizzo di questo tipo di energie non pregiudica il loro uso alle generazioni future. Al contrario, le energie non rinnovabili sono destinate in periodi più o meno lunghi a esaurirsi.

Le prime, seguendo la definizione fatta da IEA (*International Energy Agency*), sono l'energia idroelettrica, l'energia solare, l'energia eolica, l'energia da biomassa e l'energia geotermica. Le fonti non rinnovabili possono essere fossili o nucleari. Le energie fossili provengono da petrolio, carbone o gas naturale; l'energia nucleare si produce grazie soprattutto all'uranio.

Tutte queste fonti di energia vengono chiamate *primarie*, ovvero sono presenti in natura e quindi non derivano dalla trasformazione di nessun'altra forma di energia.

### 3.2 Cenni sull'energia nucleare

In ingegneria energetica con il termine *energia nucleare*, detta anche *energia atomica*, si intendono tutti quei fenomeni in cui si ha produzione di energia in seguito a trasformazioni nei nuclei atomici: tali trasformazioni sono dette

reazioni nucleari. I processi per ottenere energia, cioè le due possibili trasformazioni che possono subire gli atomi, sono la fissione e la fusione.

Solo la fissione è però usata nella produzione di energia in campo industriale e l'elemento fissile per eccellenza è l'uranio-235, del quale si cerca di dividere il nucleo in nuclei di atomi più piccoli. Il combustibile viene introdotto in un alloggiamento interno al reattore, chiamato nocciolo, dove avviene il fenomeno della fissione che sviluppa una grande quantità di energia sottoforma di calore. Per sfruttare la potenza del calore viene usato un sistema di raffreddamento che producendo vapore muove una turbina per la produzione di energia elettrica.

Il primo a scoprire la radioattività naturale di alcuni elementi fu Antoine Henri Becquerel nel 1896. A questa scoperta ne seguirono altre, per passi successivi, fino alla costruzione del primo reattore nel 1942, da parte di Enrico Fermi. Durante la Seconda Guerra Mondiale questo tipo di energia fu usata solo per scopi militari ma successivamente, dalla metà del secolo scorso, si è iniziato a pensare all'uso civile. Oggi sono presenti nel mondo 434 reattori civili operanti e 72 in costruzione e forniscono l'11% dell'energia mondiale [WNA].

Accennato al funzionamento, si concentra la trattazione nel delineare i vantaggi e gli svantaggi di questo tipo di energia.

I principali fattori che rendono conveniente produrre energia in questa forma si possono riassumere in questi aspetti:

- Non ci sono particolari difficoltà di reperire i materiali per la costruzione delle centrali e dei reattori, né per l'estrazione dell'uranio nei territori dove è presente;
- Una singola quantità di combustibile (una barra) di uranio contiene più energia di 480 metri cubi di gas naturale, 807 kilogrammi di carbone o 149 galloni di petrolio [WNA];

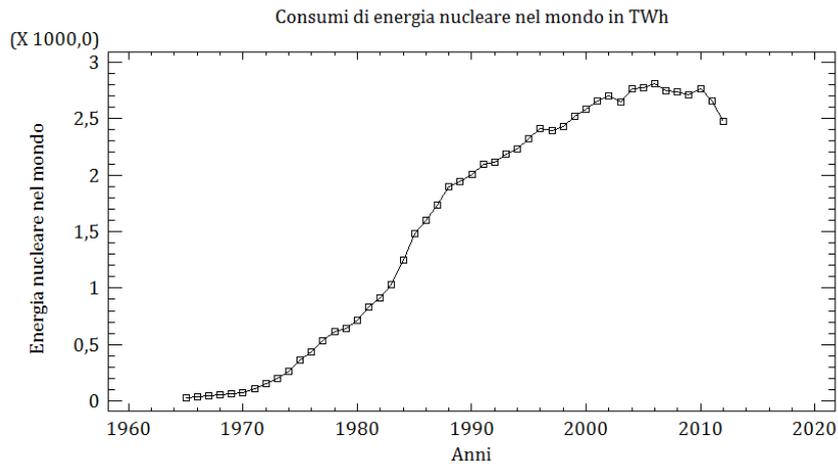
- Gli impianti a energia nucleare possono generare elettricità in modo continuo per molti mesi senza interruzioni: è quindi considerata una fonte stabile e affidabile;
- Dal punto di vista delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in atmosfera, può essere considerata un'energia pulita in quanto non ci sono emissioni nel processo di fissione.

Gli svantaggi che presenta sono:

- Tracce di uranio sono naturalmente presenti ovunque, nonostante questo le riserve in cui è più concentrato non sono distribuite in modo uguale nel pianeta: la maggior parte degli stati deve quindi importare la materia prima per creare l'energia, in quanto le miniere dalle quali si riesce a ricavarne una grande quantità sono solo in sei paesi nel mondo (Canada, Australia, Niger, Kazakistan, Russia e Namibia);
- Anche se questa visione non viene condivisa dalle associazioni nell'ambito nucleare, si pensa che le ridotte emissioni durante il processo nucleare siano compensate negativamente da emissioni nella costruzione degli impianti e nell'estrazione della materia prima;
- I problemi ambientali sui quali si pone l'attenzione in questa produzione riguardano le scorie del processo. Si definisce scoria radioattiva il residuo di combustibile esausto derivante dalla fissione nucleare, in particolare questo tipo di scoria è di terza categoria e cioè di alta radio-tossicità e grande persistenza nell'ambiente. Ci sono due modi per depositare le scorie (che subiscono prima alcuni trattamenti): per le scorie a basso livello di radioattività si ricorre al deposito superficiale, ovvero il confinamento in aree terrene protette e contenute all'interno di barriere ingegneristiche; per le scorie a più alto livello di radioattività si attua invece di deposito geologico, cioè lo stoccaggio in bunker sotterranei profondi e schermati. Entrambi i metodi hanno lo svantaggio di utilizzare ampie zone di territorio (le scorie vengono confinate in territori molto più ampi rispetto alla loro

stessa massa) ed è presente il rischio di fuoriuscita o contaminazione del terreno;

- Il procedimento di fissione nucleare, come detto, produce materiali residui ad elevata radioattività. Si tratta di pastiglie di combustibile esaurito che vengono estratte dal reattore per essere sostituite, nonché dei prodotti di fissione. La radioattività degli elementi estratti da un reattore si riduce nel tempo secondo il fenomeno naturale del decadimento radioattivo ma i tempi necessari a farla rientrare entro standard di accettabilità biologica per il corpo umano sono lunghi e quindi si hanno dei potenziali rischi alla salute pubblica;
- Numerosi incidenti nucleari nella storia hanno provocato danni alla salute con la fuoriuscita di materiale radioattivo o una crescita del livello di radioattività sopra dei limiti prescritti. Molti sono gli incidenti che si ricordano nella storia, tutti sono classificati in base alla scala INES che misura la gravità con dei valori che vanno da 1 (semplice guasto) a 7 (incidente molto grave). Tre incidenti sono tristemente ricordati per la loro gravità: Three Mile Island negli USA, il disastro di Černobyl' nell'attuale Ucraina e quello più recente avvenuto a Fukushima in Giappone. Tutti hanno provocato morti sicuramente imputabili all'incidente, ma il numero maggiore è di decessi che non possono essere direttamente imputabili ma si pensa che lo siano, anche se diverse fonti forniscono conteggi differenti. Il pericolo di incidenti, in questi impianti, costituisce una grave criticità in quanto questi portano danni incalcolabili sia in termini di vite umane sia per quanto riguarda gli effetti persistenti su ambiente e salute pubblica;
- Infine, sono presenti costi molto elevati nel mantenimento delle centrali e nello smaltimento di quelle a fine vita.



**Fig. 8. Serie storica consumi di energia nucleare nel mondo [Fonte dati: BP].**

Da questa immagine, disegnata con il software Statgraphics [1988] e con i dati relativi alla produzione di energia nucleare nel mondo (si usa come *proxy* il consumo dei vari paesi che ne fanno uso, cumulandoli per trovare il totale mondiale), si può vedere la crescita che ha avuto questo tipo di energia. Questi dati, forniti da BP, hanno inizio nel 1965, nel momento in cui si è iniziato a destinare questo tipo di energia ad usi civili. Si può vedere una crescita dapprima lenta, poi più veloce e un possibile cambio di tendenza negli ultimi anni registrati, che vedono una decrescita.

In seguito, si andrà a studiare nello specifico il caso tedesco e si cercheranno di analizzare i dati relativi a quel Paese per verificare se effettivamente si vede una progressiva diminuzione nell'uso dell'energia nucleare.

### 3.3 Cenni sull'energia eolica

L'*energia eolica* è l'energia posseduta dal vento, sfruttata dall'uomo prima con i mulini a vento e oggi con impianti eolici che la trasformano in energia elettrica.

Questa energia è tra quelle chiamate rinnovabili, in quanto proviene da una fonte inesauribile e senza problemi di disponibilità per il futuro.

Un aerogeneratore è solitamente composto da un'elica, posta a una certa altezza da terra, che viene fatta girare dalla forza del vento. La rotazione delle pale genera energia meccanica che, tramite il collegamento con un generatore, viene trasformata in energia elettrica utilizzabile.

Di solito, più generatori vengono posti a una certa distanza gli uni dagli altri per andare a formare un impianto eolico (parco eolico o *wind farm*). Questi impianti sono posti in zone particolarmente ventose, con delle specifiche caratteristiche del terreno e sono collegati con la rete di trasmissione dell'energia elettrica contribuendo al soddisfacimento del fabbisogno energetico di quella zona.

Le *wind farm* possono essere di due tipi e si differenziano per la collocazione: quelle posizionate sulla terra ferma vengono chiamate *onshore* e si trovano solitamente in aperta campagna, quelle *offshore* sono invece su delle piattaforme posizionate al largo della costa, più o meno vicine da essa.

Gli Stati Uniti possiedono il maggior numero di *wind farm*, seguiti dalla Germania, dalla Spagna e dalla Danimarca.

Come l'energia nucleare, anche questo tipo di energia presenta dei vantaggi e degli svantaggi. In parte questi si possono ricondurre al fatto di appartenere alla categoria delle fonti rinnovabili.

I vantaggi delle energie rinnovabili e di conseguenza dell'eolico si possono riassumere in questi punti:

- Sono inesauribili e presenti, anche se in diverse quantità, in ogni parte del mondo. A questo segue una sicurezza e affidabilità negli approvvigionamenti: ogni Paese può puntare a essere più indipendente dagli altri diminuendo le importazioni;
- Sono energie pulite in quanto hanno un impatto ambientale nullo nel rilascio di inquinanti nell'aria, nell'acqua e nel suolo (no gas serra e no scorie radioattive) e l'acuirsi delle problematiche ambientali le rende un'ottima alternativa e il primo passo in un cammino di sviluppo

sostenibile e di sostegno a un'economia verde, preservando l'ambiente dai danni provocati dalle fonti non rinnovabili;

- Il mercato di queste energie è oggi in crescita, quindi si ha un aumento crescente del fatturato e del numero di occupati in questo ambito. Dal 2007 al 2010 il contributo del settore eolico sull'economia europea è stato del 33% e, sempre negli stessi anni in questo settore, gli impieghi sono cresciuti del 30% [EWEA];
- Offrono la possibilità di un più diretto coinvolgimento della popolazione e delle amministrazioni locali. In alcuni casi, come nel fotovoltaico, è il singolo che decide di produrre energia per se stesso in modo autonomo installando dei pannelli solari nella sua abitazione. Nel caso dell'eolico, invece, i comuni per primi fanno degli studi sul territorio per trovare eventuali zone adatte, le province, le regioni e anche lo Stato provvedono con leggi e regolamenti che consentono ai cittadini e alle aziende di compiere più agevolmente azioni virtuose;
- Soprattutto nel caso dell'eolico l'impiego di territorio è limitato, può essere temporaneo e non provoca effetti irreversibili. Nelle campagne dove sono posizionati i parchi eolici solo il terreno dove sono fisicamente appoggiati gli aerogeneratori viene occupato: tra un singolo e l'altro possono essere mantenute le coltivazioni o gli allevamenti di bestiame;
- Il costo monetario per unità di energia proveniente dal vento è simile ai moderni impianti a gas naturale e carbone, non includendo i costi ambientali connessi a queste altre fonti [EWEA];
- Anche se nel caso degli impianti eolici *offshore* i costi aumentano, si produce molta più energia e non si hanno impatti visivi o acustici. Al largo delle coste, si sta studiando anche una tecnologia che permetta tramite delle eliche di usare l'energia delle correnti marine, in modo analogo a quelle del vento;
- *“Uno studio sulla capacità eolica globale, condotto dalla Stanford University, stima che sfruttare il 20% dei venti che soffiano nel nostro*

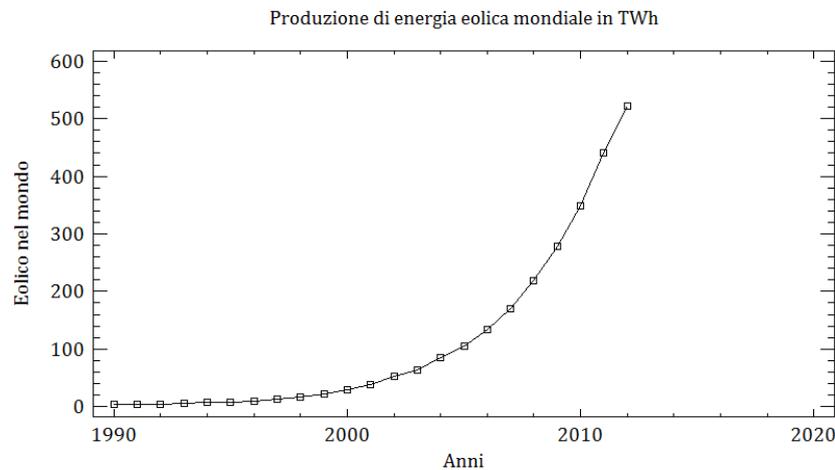
*pianeta produrrebbe sette volte più elettricità di quanto siamo in grado di consumare oggi” [Rifkin, 2011].*

Nonostante i numerosi vantaggi, alcuni ostacoli non permettono un’espansione rapida di questo tipo di energie, compresa l’eolica:

- Ci sono delle barriere tecniche e infrastrutturali, come ad esempio lo sviluppo ancora in corso delle tecnologie. In alcuni casi la durata della vita degli impianti è breve e non consente un ritorno di capitale investito. Il rapporto costi/prestazioni se considerato senza contare i costi per l’ambiente e le esternalità delle altre energie rimane più alto di altre;
- Non dappertutto ci sono delle leggi chiare e, mentre in alcuni paesi ci sono degli incentivi o delle sovvenzioni ai cittadini o alle imprese che vogliono intraprendere la strada delle energie rinnovabili, in altri non sono presenti;
- I costi di investimento e gestione per alcune di queste energie sono alti e bisogna agire sull’incontro tra domanda e offerta, terreno di azione del green marketing, in modo che siano gli stessi cittadini a richiedere tali decisioni da parte degli stati;
- Un argomento controverso che vede diverse opinioni in merito è quello dell’impatto visivo o acustico. Nel caso dell’eolico, posizionandosi in zone aperte incide sul paesaggio con gli aerogeneratori e, per esempio, il movimento delle pale crea rumore che potrebbe generare fastidio;
- Nonostante la produzione sia stabile di anno in anno, su scala di tempo più breve sono tipologie di energie variabili o intermittenti. Questo dipende dalle zone geografiche, dal clima e dalla stagione. Per l’eolico, in particolare il problema riguarda la potenza del vento che varia per effetto del clima e della stagione. Inoltre, venti troppo deboli non producono energia e quelli troppo forti non permettono l’accensione delle turbine per problemi di sicurezza;

- Nonostante il vento sia presente in ogni parte del mondo, non ovunque è economicamente conveniente usarlo nella produzione di energia: solo in luoghi dove il vento è teso e costante si può produrre abbastanza energia;
- Un particolare svantaggio da aggiungere per il caso eolico è il problema che viene creato agli uccelli migratori. Innanzitutto, può capitare che uccelli vengano uccisi a causa della collisione con le pale, mentre seguono le correnti d'aria. Inoltre viene sottratto territorio ai volatili, che non nidificano nelle zone limitrofe agli impianti disturbati dal rumore.

Come per l'energia nucleare, si può tracciare anche in questo caso un grafico che rappresenta la produzione e il consumo di energia eolica nel mondo, per averne una descrizione grafica dell'andamento.



**Fig. 9. Serie storica consumi di energia eolica nel mondo [Fonte dati: BP].**

Si può notare dal grafico che i dati riguardo questo tipo di energia sono molto più recenti e iniziano nel 1990 e quindi è un processo “giovane”. La forma del grafico è dovuta a questa caratteristica: questa energia viene utilizzata da un periodo di tempo breve e quindi siamo ancora in una fase di crescita, che nel nucleare si vedeva all’inizio del grafico. Inoltre, i Twh sono molto minori

rispetto all'ordine dei migliaia dell'energia nucleare e si è a un livello che per l'altra energia è stato raggiunto negli anni Settanta e Ottanta.

### **3.4 Le energie come innovazioni: l'approccio di Rogers**

Riprendendo la definizione data nel capitolo precedente, si ha che un'innovazione è un bene o un servizio percepito nuovo da un individuo o da un insieme di individui. Ogni cambiamento nella produzione di energia si può dire che sia un'innovazione, in quanto prima si produceva in modo diverso.

Nel dettaglio, il nucleare non era conosciuto prima della sua scoperta e per i primi anni venne usato in modo completamente differente. Quando si pensa alla produzione per scopi civili si ha un'innovazione radicale nell'ambito della produzione di energia.

L'eolico ha, invece, una storia più lunga di uso come energia e si può dire che gli impianti eolici siano uno sviluppo dei mulini a vento. Anche questa può essere comunque considerata innovazione radicale se si riconosce nella distribuzione dell'energia elettrica degli ultimi anni un'estrema diversità dall'energia meccanica che serviva in generale per la macina in loco.

Si hanno, in sostanza, due innovazioni delle quali si vuole studiare il processo evolutivo e quindi la diffusione.

I dati che vengono usati in questo lavoro riguardano i consumi di energia per Paese o regione geografica fino al 2012 e sono forniti da BP che ogni anno stila la *Statistical Review of World Energy*. BP è una compagnia internazionale che fornisce petrolio e gas a oltre ottanta paesi ma che è molto attenta all'innovazione riguardo i nuovi tipi di energia e ogni anno analizza i dati mondiali riguardo le varie tipologie.

Il processo di diffusione si è detto essere diretto a valutare lo sviluppo delle adozioni. Nel contesto in esame l'uso dei consumi come proxy delle adozioni sembra ragionevole: siamo in due situazioni che presentano grandi impianti centralizzati e gestiti dagli Stati ed è quindi più comprensibile parlare di TWh consumati, rispetto al numero di impianti o alla capacità in TW in totale

installata che potrebbero essere le vere e proprie adozioni in questo caso. Inoltre dal punto di vista pratico, la capacità elettrica installata è superiore a quella che poi viene raggiunta dalla produzione, quindi ancora una volta è meglio considerare l'energia effettivamente consumata. I consumi danno informazioni sulla presenza effettiva di un tipo di energia in un Paese, che si traduce nell'adozione che ne è stata fatta.

In entrambi i casi in esame, come accennato, la decisione di installare questo tipo di centrali di produzione viene presa a livello statale. Rogers [2003] ha diviso la "*innovation-decision*", cioè la decisione di adozione o rifiuto di un'innovazione, in tre modalità: la prima "*Optional innovation-decision*" è la scelta di un singolo individuo indipendente dal resto della società e può essere influenzata da norme o dalla comunicazione con gli altri individui; la "*Collective innovation-decision*" è la decisione derivante dal consenso tra la maggioranza dei membri di un sistema sociale e chi non condivide la scelta poi si deve adeguare; infine, la "*Authority innovation-decision*" è presa da un gruppo ristretto di individui che detengono il potere e che impongono la scelta anche agli altri componenti del sistema sociale, che non hanno influenza in merito.

Si è quindi nel terzo caso: i governi o gli organi centrali con potere legislativo prendono delle decisioni che i cittadini devono rispettare, anche se non d'accordo con esse.

Si noti però che questa classificazione non è del tutto completa. Naturalmente, nella nostra società i governi sono votati dai cittadini e d'altronde gli stessi cittadini hanno alcuni poteri nei confronti dei governanti in quanto pagando le tasse sostanzialmente ne finanziano i progetti. A questo segue che la decisione può essere considerata in senso stretto dello stato, ma i cittadini sono coinvolti in prima persona andando a formare una maggioranza con una certa idea.

Per completezza, Rogers [2003] definisce la combinazione di due o più tipi di decisioni visti sopra "*Contingent innovation-decision*"; in questo caso si ha una decisione preliminare dello Stato che poi viene accettata dal sistema sociale.

Allo stesso tempo è la maggioranza del sistema sociale che sostiene lo Stato o il governo e quindi si nota come sia un processo di tipo circolare.

Di entrambe le energie devono essere conosciuti i lati negativi e bisogna convincere le persone di quelli positivi. Questo processo di avvicinamento degli individui alle innovazioni, nel caso siano sostenibili, si ha nelle azioni di Green Marketing.

La prima strategia di convincimento può riguardare i bisogni che vengono soddisfatti con l'adozione di un'innovazione, in questo caso dal servizio di fornitura di energia elettrica.

La classificazione dei bisogni, vista in precedenza e teorizzata da Max-Neef e altri autori [1992], viene ripresa da Jager [2006] per descrivere il processo che porta ad accettare un tipo di energia.

Questo tipo di decisioni sono ad alto coinvolgimento e questo significa che le persone compiendole fanno uno sforzo cognitivo. Più i bisogni di una persona vengono intaccati dalla decisione, più importante è la decisione e quindi il coinvolgimento aumenta, secondo l'autore.

La decisione di accettare individualmente un tipo di innovazione energetica porta a soddisfare la tassonomia di bisogni in modo specifico.

- **Eolico**

Il bisogno di *sussistenza* si considera in modo astratto. Questo tipo di fonte è considerata alternativa alle tradizionali quindi la sussistenza non riguarda la fornitura di corrente elettrica, ma è legata alle condizioni climatiche a lungo termine quindi soddisfa il bisogno di essere sicuri di sopravvivere all'esaurimento delle fonti fossili e al conseguente impatto sui cambiamenti climatici.

L'*appartenenza* riguarda il sentirsi parte di un gruppo di individui che già accetta l'innovazione, per esempio i vicini di casa o i compaesani. Viene a mancare la soddisfazione di questo bisogno se ci si estranea, non accettando questo cambiamento.

La *partecipazione* è la collaborazione con gli altri cittadini e anche con lo Stato nella creazione di un sistema innovativo comune. Non solo i diretti interessati ai quali viene sottratto del terreno possono soddisfare questo bisogno sentendosi d'accordo, ma anche gli altri cittadini che accettano le pale nel "loro" paesaggio o che votano dei governanti che poi decidono di implementare la tecnologia.

La *creatività*, o *creazione* (in inglese *creation*), riguarda l'aspetto visivo. Può essere considerato da alcuni negativamente, ma altri in disaccordo pensano che le pale addoliscano il paesaggio. Inoltre, si stanno pensando in termini di design nuovi impianti meno impattanti visivamente che potrebbero soddisfare in modo migliore questo bisogno.

Il bisogno di *libertà* è in questo caso dalle compagnie che forniscono elettricità con altri fonti più inquinanti o dagli stati dai quali si importano energia e materie prime per produrla.

*Comprensione* gli uni con gli altri, legata all'appartenenza. Riguarda il sentirsi compresi da chi la pensa allo stesso modo, da chi accetta questa innovazione.

#### ▪ **Nucleare**

La *sussistenza* in questo contesto riguarda proprio la fornitura di energia elettrica in modo sicuro e continuo nel tempo.

L'*appartenenza*, la *partecipazione* e la *comprensione* sono soddisfatti allo stesso modo, sentendosi accettati e compresi dagli altri individui del sistema sociale o dalla propria cerchia di conoscenze perché si condivide un'idea e si partecipa attivamente per sostenerla.

In questo caso il senso estetico non è presente. Invece si considera il bisogno di *libertà*, che anche in questo frangente significa non essere più dipendenti da altri. Si può anche dire che è più accentuato questo aspetto perché un paese potrebbe produrre autonomamente tutta l'energia con delle centrali nucleari.

Vale per entrambe le energie che se portano a un risparmio monetario permettono anche la soddisfazione di altri bisogni usando i soldi non spesi.

Si può notare come ci siano bisogni più “sociali”, che mettono in relazione l’individuo con altri nel sistema sociale, e bisogni di tipo “individuale”.

Proseguendo il ragionamento visto nella sezione precedente, Rogers [2003] divide gli individui in cinque gruppi: i primi più innovatori si può dire prediligano il soddisfacimento del secondo tipo di bisogni, mentre gli adottanti più ritardatari, che imitano gli altri, invece cercano il sostegno della società e danno più peso ai bisogni di tipo sociale.

Si considera come individuo lo Stato, che prende la decisione di adottare una particolare fonte energetica, prestando attenzione alle specificazioni del caso viste sopra. Quindi si avranno degli stati considerabili pionieri nell’utilizzo di una specifica energia, seguiranno gli adottanti iniziali e la maggioranza iniziale (quando il 50% degli stati considerati ha adottato l’energia), quella ritardataria e gli ultimi ritardatari. Ogni stato, o sistema sociale, è formato da un insieme di individui che a loro volta cercano di soddisfare i propri bisogni accettando o meno un’innovazione e lo possono fare in anticipo rispetto ad altri o successivamente.

Anche per le energie, in quanto innovazioni, si possono descrivere le cinque caratteristiche che ne determinano la velocità e il grado di diffusione negli stati. La maggior parte della variabilità del tasso di adozione, dal 49 al 87%, può essere spiegata da questi cinque attributi [Rogers, 2003].

Il *vantaggio relativo* di avere l’energia da una fonte rispetto ad un’altra per l’eolico riguarda l’essere un’energia pulita, mentre per il nucleare l’essere più economica e stabile nel tempo.

La *compatibilità* è presente in entrambe, riguarda l’essere energie utilizzabili con gli impianti elettrici già esistenti, cioè l’infrastruttura. L’unico problema in questo caso potrebbe riguardare l’eolico, in quanto in genere gli impianti elettrici sono raggiunti da quantità costanti di elettricità mentre questo tipo di energia è intermittente e a media potenza, perciò in alcuni casi sarebbero forse necessarie delle modifiche.

La caratteristica che manca almeno in parte ad entrambe è la *testabilità*. Nell’eolico si possono considerare i piccoli impianti casalinghi chiamati

micro-eolico: in questo modo i singoli possono provare la capacità dell'energia in versione ridotta e convincere altre persone. Comunque, non è presente nel senso di provare una versione base o in modulo prima di espanderla o completarla. Lo stesso vale per l'energia nucleare.

L'*osservabilità* a livello statale si traduce nello studio e confronto dei dati degli altri paesi che già possiedono un tipo di energia. Anche i ritorni negativi possono essere valutati sulla base di questo, soprattutto perché ogni associazione di settore condivide in rete i propri risultati e gli stati possono usufruirne per fare delle valutazioni.

Infine, la *complessità* comprende più di un aspetto. Innanzitutto servono conoscenze tecniche per valutare la possibile implementazione di un nuovo tipo di energia e, infatti, si interpellano degli esperti o comunque ci sono varie consultazioni prima di arrivare a una decisione. Decisioni di questo tipo richiedono un grande impegno sia di tempo che di sforzo, soprattutto perché prese a livello statale e quindi riguardano un grande numero di persone. Al di là di questo, bisogna considerare che le persone in genere preferiscono vedere subito gli aspetti e i ritorni positivi e sottovalutano quelli che arrivano in ritardo nel tempo, sia negativi che positivi.

Questo mette in luce la problematicità dell'eolico, in quanto il ritorno in termini monetari magari non è fin dall'inizio consistente e non si vedono le opportunità nel lungo periodo di un'energia pulita e senza emissioni o scorie. Allo stesso tempo, dei possibili incidenti nucleari spesso se ne tiene conto solo quando accadono.

Considerando tutti questi aspetti si sottolinea l'importanza di un network di comunicazione tra gli individui del sistema sociale per arrivare a un'accettazione condivisa. C'è la comunicazione *face-to-face* tra cittadini, i *mass media* che possono dare informazioni riguardo una tipologia di energia o convincere all'accettazione e infine internet dove si trovano tutte le informazioni tecniche, quelle riguardanti gli altri paesi e può essere usato come *community* dove condividere le idee a riguardo.

Detto questo, si comprende facilmente l'uso che si fa dei modelli di Bass e di Guseo e Guidolin per la modellazione della diffusione dei due tipi di energia. Si vogliono confrontare i due processi di diffusione per capirne il percorso e cercare di prevederne l'andamento nel futuro: si hanno un'energia, il nucleare, presente da anni e con un processo di diffusione che si può dire maturo, mentre l'altra, l'eolico, nasce da poco e inizia in questi anni la sua espansione.

A questo tema, applicato al caso tedesco, viene dedicato il prossimo capitolo. La scelta della Germania è stata fatta innanzitutto per la presenza corposa di dati, rilevati fin dall'iniziale utilizzo di entrambe le energie. Questa nazione ha investito molto in questo ambito e ciò ne permette uno studio dettagliato.

Dopo una presentazione della situazione tedesca, si vanno a studiare i dati forniti da BP (ultimo dato 2012) per vederne l'andamento e commentarli alla luce delle politiche in atto e dei provvedimenti presi in merito.

## 4 Analisi del caso tedesco

### 4.1 La presenza delle due energie in Germania

Lo studio della presenza delle due energie in Germania, in quanto Stato membro dell'Unione Europea, non può prescindere da un'analisi delle norme e regolamenti varati a livello comunitario.

Il primo importante passo nell'ottica di diminuire le emissioni e migliorare l'impatto sul pianeta è stato fatto in occasione della conferenza COP3 della *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici* (UNFCCC). Il *Protocollo di Kyoto* è stato sottoscritto da più di 180 paesi nel 1997 ed entrato in vigore nel 2005, dopo la ratifica di 55 nazioni firmatarie tali da produrre almeno il 55% delle emissioni inquinanti.

Il trattato prevede l'obbligo per gli Stati che hanno firmato di operare una riduzione delle emissioni di elementi di inquinamento (soprattutto biossido di carbonio ma anche altri gas serra) in misura non inferiore all'5,2% in media rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (per l'Europa il livello è posto all'8%), nel periodo 2008-2012. Paesi come la Germania, il Regno Unito e la Svezia hanno ad oggi raggiunto il risultato, tagliando le emissioni rispettivamente del 21,3%, 17,4% e 9,1% [Mercalli, Cat Berro, 2010].

Nella *XII Conferenza delle Parti* del 2007 è stata scritta la *EU Road Map* che delinea come proseguire sulla stessa strada dopo il 2012 (fine dell'azione del Protocollo di Kyoto). Oltre a questo, il secondo passo decisivo e vincolante per le nazioni coinvolte riguarda ancora l'Europa: nel 2008 la Commissione Europea sviluppa il *Programma 20-20-20*.

Tale programma prevede per le nazioni, in materia di cambiamento climatico ed energia, una riduzione del 20% di emissioni di gas a effetto serra rispetto al livello del 1990, il 20% in più di efficienza energetica e il raggiungimento del 20% di adozioni di energie da fonti rinnovabili sempre entro il 2020,

insieme ad altri obiettivi in ambiti come l'occupazione, l'istruzione e l'integrazione sociale.

Più recente è la *Conferenza ONU di Copenhagen* del 2009, in cui però non sono state prese decisioni riguardo a vincoli da imporre alle nazioni.

L'anno successivo però vede una svolta legislativa in Germania: viene varata una legge nel 2010 che delinea un processo di *Energiewende* (in Italiano "transizione energetica" verso una fornitura libera dal nucleare e meno dipendente dalle fonti fossili). Idealmente è il seguito del *Renewable energy act* in vigore dal 2000 che finanzia incentivi per le energie rinnovabili: da ricordare le *feed-in-tariff* (o conto energia).

*Energiewende* è il tentativo di passaggio della Germania a un'economia sostenibile grazie all'uso delle energie rinnovabili, all'efficienza energetica e allo sviluppo sostenibile. I punti focali del programma riguardano entro il 2050 la riduzione dei gas a effetto serra tra l'80% e il 95% (40% entro il 2020), l'aumento della copertura da energie rinnovabili del 60% (soprattutto energia idroelettrica, eolica e solare) e il raggiungimento del 50% di efficienza energetica, oltre a un programma di ricerca e sviluppo.

Uno dei risultati di questo piano è visibile nell'effettivo aumento dell'uso di fonti rinnovabili, cresciuto dal 5% del 1999 al 22,9% del 2012 sorpassando la media OECD del 18% e mostra quindi come sia stata data la priorità alle rinnovabili rispetto all'altro tipo di energie [WNA]. Infatti, questo piano si sviluppa insieme a una progressiva diminuzione dell'energia nucleare, decisa da tempo dal governo tedesco ma accelerata dopo l'incidente di Fukushima.

Si è quindi di fronte a un progressivo coinvolgimento degli stati in queste tematiche. Interessante in merito è la rappresentazione del mutamento del mix di energia europeo dal 2000 al 2013 descritta da EWEA nel rapporto "*Annual Statistic 2013*". Il quadro cambia innanzitutto con una diminuzione dell'uso di fonti fossili: il nucleare perde 9 punti percentuali, petrolio e carbone vedono un decremento del 6%, il gas del 5%. Si ha invece una crescita di quasi tutte le energie rinnovabili, alcune iniziano ad avere l'1%

nello scenario generale ma l'eolico vede un aumento di 11 punti percentuali e il fotovoltaico di 9, cominciando ad assumere quote importanti.

Nel valutare la direzione dei due tipi di energia in Germania, si premette che i dati provengono dalle associazioni di settore, cioè WNA (*World Nuclear Association*), EWEA (*The European Wind Association*) e infine IEA (*International Energy Agency*), che pubblicano ogni anno resoconti sulla produzione e sui consumi delle diverse energie.

La situazione dell'energia nucleare in Germania è in continuo mutamento in questi anni; si pensi che fino al 2011 veniva ottenuta con questa fonte un quarto dell'energia per il paese con diciassette reattori, percentuale scesa oggi sotto il 18%. Infatti, otto reattori sono stati chiusi nel 2011 e uno degli ultimi nove operanti sarà chiuso nel 2015. La scelta del governo è stata accelerata, come detto, dall'incidente di Fukushima e la transizione energetica che sta mettendo in atto questo Paese ha come obiettivo l'eliminazione del nucleare.

Il costo del rimpiazzo del nucleare con energie da fonti rinnovabili è stato stimato dal governo fino ad oggi pari a 20 miliardi [Eddy, 2014]; il problema più grande che si sta riscontrando è però l'aumento dell'affidamento su gas e carbone durante lo sviluppo delle tecnologie e la transizione alle energie pulite. La Germania è uno dei maggiori importatori di gas, carbone e petrolio e nel 2013 metà dell'energia è stata ricavata da questa fonte; nel 2010, però, la percentuale era del 43%.

E' doveroso sottolineare che, dal 1946 al 1990, più di duecentomila tonnellate di uranio sono state estratte in Sassonia e in Turingia orientale con gravi danni all'ambiente e a partire dalla chiusura delle miniere l'uranio è stato importato interamente da Canada, Australia e Russia. In aggiunta a questo, le centrali chiuse non sono ancora state smantellate.

Il governo tedesco ha quindi obiettivi molto precisi e nell'aprile scorso ha revisionato la legge del 2000 ponendosi come obiettivo una crescita costante di 11 TWh di energia da fonti rinnovabili ogni anno, superando la copertura attuale.

Riguardo l'eolico, una delle fonti su cui si è più investito grazie a queste leggi, la capacità tedesca è di 33730 MW (quasi 34 GW), dei quali 3238 installati solo nel 2013 con 240 offshore. La grandezza di questo dato si può capire dal fatto che il 46% delle nuove installazioni in quell'anno in Europa provenivano da Germania e Regno Unito. Nel mondo, Stati Uniti e Cina insieme detengono il 60% del mercato mondiale, seguite appunto dalle europee Germania e Regno Unito (l'Europa rappresenta il 27% del mercato di questa fonte).

La regione tedesca raggiunge da sola il 28,6% della produzione europea ed è al primo posto in Europa anche come ammontare di capacità energetica da fonte eolica. E' stata anche tra le prime ad utilizzare questa fonte e, insieme a Danimarca e Spagna, nell'anno 2007 (nei primi anni di espansione) ha installato il 58% dei nuovi impianti europei.

Insieme a solo due altre nazioni nel mondo, Cina e Giappone, ad oggi ottiene più energia da fonti rinnovabili nel loro insieme rispetto al nucleare.

Nelle classifiche delle cinque nazioni migliori nelle energie rinnovabili stilata ogni anno nel report REN 21 [*Renewables Global Status Report, 2013*], la Germania risulta nei primi cinque posti in molti ambiti. In particolare è al terzo posto per investimento in capacità di energia da fonti rinnovabili in generale e da fonte eolica in particolare. Ancora, è terza al mondo alla fine del 2012 per capacità eolica totale installata.

## **4.2 Il Green Marketing tedesco**

Le manovre "green" che può compiere una nazione possono appartenere a svariati ambiti del marketing: per esempio politiche di prezzo, comunicazione, promozione.

In questo lavoro si cercano di delineare le azioni più importanti, o anche le più conosciute, compiute negli ultimi anni allo scopo poi di valutare tramite le serie storiche delle due energie considerate se c'è una corrispondenza con i dati osservati.

Il compito del Green Marketing è innanzitutto quello di agevolare l'accettazione di un'innovazione sostenibile, facendo sì che risulti usuale. Si può quindi cercare di concettualizzare il significato di accettazione nel caso dell'eolico, o in generale delle energie rinnovabili, per capire cosa si sta facendo nell'agevolare il passaggio delineato dalla *Energiewende*.

A proporre uno schema di tre dimensioni e nove fattori per rappresentare l'accettazione sono stati Sovacool e Lakshmi Ratan [2012], costruendo una piramide a tre zone. Queste tre caratteristiche prese nel loro insieme possono promuovere lo sviluppo di una fonte energetica.

Le tre dimensioni dell'accettazione di un'energia rinnovabile sono *socio-politica, comunitaria e del mercato*. La prima è più ampia e generale e riguarda chi scrive e approva le leggi. Consiste nel legiferare positivamente sulle energie da fonti rinnovabili e successivamente creare un'infrastruttura che ne permetta lo sviluppo, incoraggiando l'accettazione delle dimensioni successive. La dimensione comunitaria, o della comunità, è il livello più specifico e agisce nella misura in cui comprende investimenti locali sui progetti riguardanti la fornitura di energia e dipende da come sono condivisi i costi e i benefici e da come si sono sviluppate le leggi. Una via di mezzo tra il livello nazionale e quello locale è il mercato, che coinvolge investitori (che vogliono supportare un progetto) e consumatori (che adottano una tecnologia).

Le tre dimensioni a loro volta comprendono ognuna tre fattori, la loro somma crea un mercato dove le nuove energie rinnovabili, e nel caso particolare l'eolico, vengono accettate. Per un supporto condiviso di questo tipo di innovazioni servono: una forte capacità delle istituzioni, l'impegno politico di chi governa che legifera quindi in modo favorevole, prezzi e costi competitivi (sia produzione che installazione e consumo), un sistema di informazione dei cittadini che comprenda anche la possibilità di *feedback*, facile accesso ai finanziamenti, diverse tipologie di proprietà degli impianti (proprietà di privati o della comunità), la dimensione locale e quindi partecipativa dei

singoli e infine il riconoscimento da parte dei cittadini di un'immagine pubblica dello Stato positiva.

Molteplici punti sono stati toccati dal governo tedesco nel suo processo di coinvolgimento dei cittadini in queste tematiche. Come brevemente illustrato nel paragrafo precedente, siamo in presenza di istituzioni che si impegnano in merito ed esiste una base di leggi che sostiene e cerca di promuovere le energie rinnovabili; questo riguarda la prima dimensione di accettazione che si può dire essere completa in Germania.

Una di queste leggi in particolare riguarda anche l'aspetto monetario dei prezzi e dei costi e cioè la dimensione del mercato. L'approvazione dell'EEG (*Erneuerbare Energien Gesetz*, o legge sulle energie rinnovabili) ha agito proprio su questa tematica. In sostanza con questa legge sono state approvate le tariffe *feed-in* e queste riducono il rischio per le compagnie che decidono di generare elettricità tramite le rinnovabili. Il rischio ha un valore economico e monetario, perciò diminuire il rischio significa abbassare anche il costo del capitale investito.

Per la prima volta questo tipo di tariffe è stato introdotto nel 1991, ma poi è stato modificato fino a basarsi su un rialzo del prezzo di mercato tramite un premio (*premium payment*) che può variare nel tempo ma viene ogni volta deciso e fissato dall'organo competente. Così, le compagnie generatrici di energia ricevono sempre una remunerazione superiore al prezzo di mercato e sono incentivate a produrre con questo tipo di tecnologie, nonostante ad oggi siano meno competitive.

Inoltre, gli operatori della rete elettrica hanno l'obbligo di connettere gli impianti rinnovabili alla rete condivisa, accettarne l'output e remunerare gli impianti generatori per ogni KWh consumato. Per esempio, gli impianti eolici ricevono 9,1 cent/KWh per i primi cinque anni e successivamente il premio viene ricalcolato in base al ricavato dell'impianto rispetto ad uno preso di riferimento [Mitchell et al., 2006].

Nonostante sia un incentivo alla produzione e alla distribuzione di queste fonti che porta a un aumento dell'accettazione condivisa col passare del

tempo, alcune critiche sono state mosse a questa misura riguardo il prezzo finale ai cittadini. I costi dei premi ricadono sui consumatori finali: da una parte l'opinione di alcuni è che questo faccia percepire in modo negativo queste energie perché più costose, dall'altra bisogna considerare che questi costi sono condivisi a livello paese e incidono per alcuni centesimi di Euro ogni KWh consumato. Da ricordare che un'ampia accettazione delle energie porterebbe alla considerazione positiva di un *premium price* a una fonte pulita rispetto ai costi di esternalità di fonti più inquinanti.

Mitchell e altri [2006] concludono la loro analisi sulle *feed-in tariff* sostenendone la positività perché riescono a ridurre tre tipologie di rischi, tipici delle energie rinnovabili: *price risk* (viene impedita una remunerazione inferiore al prezzo di mercato e ridotta la volatilità dei prezzi), *volume risk* (la rete accetta tutto il volume di energia del generatore quindi non ci sono sovrabbondanze non utilizzate che sarebbero un costo) e infine *balancing risk* (il non equilibrio delle rinnovabili, naturalmente intermittenti, non genera costi in quanto non c'è un minimo di generazione da raggiungere). Infine affermano che l'alto numero di piccole imprese che generano energia eolica giustifichi e sostenga questa politica in quanto riducendo il rischio c'è un coinvolgimento più ampio di attori nel mercato e questo porta questa energia ad essere la fornitura di sempre più consumatori che possono quindi valutarla positivamente ed essere favorevoli.

Un aspetto riguardante la dimensione comunitaria si è detto essere la proprietà. Questo tema viene presentato da Musall e Kuik [2011] nel loro studio sull'accettazione a livello locale nella Germania del sud. Mentre a livello nazionale e "astratto" la maggioranza degli individui supporta le energie rinnovabili e accetta che ci sia un cambiamento verso fonti sostenibili, a livello locale secondo gli autori l'accettazione può trovare delle resistenze. Questo argomento è stato trattato in numerose analisi e viene condiviso dagli studiosi un acronimo per chiamare questo tipo di resistenza locale: "NIMBY" e cioè "not in my backyard" [Musall, Kuik, 2011]. Il termine spiega chiaramente che il problema dell'accettazione sussiste solo a livello

locale, in quanto in generale c'è un'idea condivisa della sostenibilità delle energie rinnovabili e che porterebbe vantaggio implementarle ma nel locale non tutti effettivamente vogliono l'impianto eolico nel proprio terreno o i pannelli solari sul tetto o nella campagna vicina. Si capisce che questo fenomeno nasce per motivi egoistici in quanto si pensa che, per esempio, avere un impianto eolico in prossimità della propria casa implichi degli svantaggi in termini di rumore o di paesaggio.

La soluzione al problema viene fornita dagli autori analizzando la situazione locale in prossimità di due impianti eolici tedeschi e consiste nella proprietà condivisa degli impianti.

In particolare le ipotesi, poi confermate dalla ricerca, sono che la proprietà condivisa a livello comunità delle *wind farm* faccia crescere l'accettazione locale della fonte eolica, che inoltre crei una generale attitudine positiva nel giudicare questa energia e le altre rinnovabili e infine che permetta la costruzione di una "*energy citizenship*" [Musall, Kuik, 2011] (in italiano cittadinanza energetica) attraverso un implemento del sentimento dei cittadini di controllo e auto sostentamento.

L'interesse nello studio è stato di valutare se le ipotesi venivano soddisfatte in una *community of localities*, cioè una comunità di persone che vivono in un determinato luogo e decidono di far costruire nel loro territorio un impianto di generazione da fonte eolica mantenendone la proprietà diretta.

Come accennato, si è visto che questo tipo di proprietà influenza positivamente l'accettazione della popolazione locale dell'energia che hanno implementato nel luogo, ma anche delle energie rinnovabili in generale. Inoltre, i cittadini così sono più attenti ai problemi ambientali, si informano di più e sono disposti a spendere fino al 2% in più per la fornitura da questo tipo di fonti. Oltretutto, i fattori come rumore o ombra generata dagli impianti non sono visti come problemi e viene considerato neutro l'impatto sul paesaggio; le persone coinvolte sarebbero favorevoli ad un ampliamento di questi progetti in tutta la Germania.

Al di là dell'azione mirata alle rinnovabili e all'eolico, esistono degli strumenti che tentano di agire indirettamente sull'accettazione di queste energie. Uno di questi, introdotto a livello sovranazionale grazie al Protocollo di Kyoto, è la Direttiva dell'Unione Europea sull'*Emission Trading Scheme* (ETS) e punta a tassare in un certo senso le emissioni di CO<sub>2</sub>. A livello comunitario è stato cioè creato un sistema per lo scambio di quote di emissione di CO<sub>2</sub>, denominate EUA (*EU Allowances*).

In sostanza, annualmente gli operatori di settori energivori monitorano le proprie emissioni e, superata una certa soglia posta dai trattati internazionali, le compensano comprando quote EUA, tali che ognuna di esse rappresenta una tonnellata di anidride carbonica emessa. Queste quote hanno un mercato dove possono essere comprate e vendute e il prezzo è deciso dalla relazione domanda-offerta, in modo da incentivare una diminuzione di emissioni se il prezzo delle quote è alto. Inoltre diminuendo le emissioni, si ha una sovrabbondanza di quote che possono essere vendute e quindi portare ulteriore guadagno [Kirsten, 2014].

Kirsten [2014] valuta la differenza tra un approccio sovranazionale come il mercato delle quote di CO<sub>2</sub> e uno a livello nazionale come le tariffe *feed-in*. Conclude che a livello nazionale è molto importante agire in quanto tocca le persone da vicino e questo si può collegare alle tipologie di proprietà viste prima e quindi ampliare il discorso a un livello ancora più prossimo ai cittadini; a livello sovranazionale è altresì importante dare delle direttive perché queste tematiche superano i confini delle nazioni e, così facendo, viene trasmessa l'idea di un problema da affrontare a livello mondiale.

Anche se appartenenti ad ambiti che sembrano distanti dalla comunicazione vera e propria, non si può dire che non ne facciano parte in una accezione più ampia. Infatti, ognuno di questi aspetti, decisi a livello superiore ai cittadini, manda un messaggio preciso agli stessi e quindi se si considera la comunicazione una parte del processo di diffusione, si possono includere tutti questi aspetti e si può parlare di processo di accettazione che avviene prima dell'adozione vera e propria.

Questo non esclude, però, un effetto specifico anche della comunicazione: il Governo tedesco è molto attento soprattutto ai nuovi aspetti comunicativi e, nello specifico, alla rete.

In particolare, per informare i cittadini e chiedere loro un *feedback* di opinione su queste tematiche, vengono usate due piattaforme.

Il primo è un sito creato in modo specifico per la transizione energetica: “*Energy Transition: The German Energiewende*” [[www.energytransition.de](http://www.energytransition.de)], dove sono raccolte tutte le informazioni per comprendere le politiche a riguardo, come il perché della diminuzione dell’affidamento sul nucleare o l’incentivo alle rinnovabili, oltre a una raccolta di articoli in merito e la possibilità per chiunque di interagire tramite le piattaforme sociali e il sito stesso.

Il secondo è il sito del *Bundesregierung* [[www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de)], il Governo tedesco, aggiornato costantemente con tutte le leggi e le decisioni del governo e con però una particolare attenzione alle informazioni ai cittadini. E’ presente, infatti, una sezione creata appositamente per raccogliere innumerevoli pubblicazioni e *brochures*, scaricabili gratuitamente da chiunque, riguardo gli argomenti di interesse come appunto le energie rinnovabili, la loro espansione, i vantaggi e gli svantaggi e così via.

Questo tipo di comunicazione si può definire diretta e mirata a tutti i cittadini che sempre di più usano il web per aumentare le proprie conoscenze.

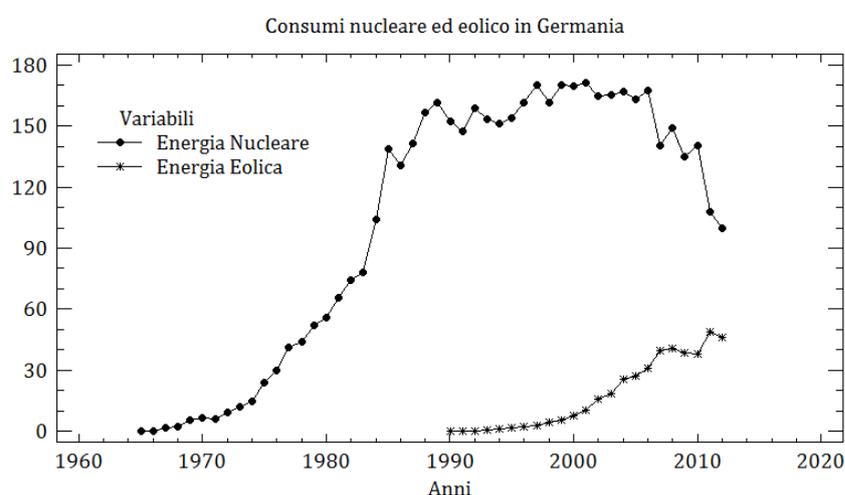
### **4.3 La stima con StatGraphics**

In questo paragrafo si procede con la stima dei modelli di Bass (BM) e Guseo-Guidolin (GGM) applicati alle serie storiche dei consumi annuali di energia nucleare ed eolica in Germania. I dati sono provenienti da BP [2013] e la stima è realizzata con il software StatGraphics [1988].

Innanzitutto, un grafico con le due serie rappresentate con la stessa scala permette un confronto visivo dei due processi. Si ha la serie dell’energia nucleare con molte osservazioni, in cui il picco è stato superato e inizia

un'evidente fase di declino, e la serie dell'energia eolica che al contrario ha poche osservazioni e ha appena iniziato la sua fase di crescita [Fig. 10].

Il primo dato per l'energia nucleare risale al 1965 e la serie vede una crescita lenta all'inizio con un'accelerazione che inizia nei primi anni Settanta per accentuarsi una decina di anni dopo. Dagli inizi degli anni Novanta al 2007 c'è una stabilizzazione dei consumi, che iniziano negli ultimi anni a declinare. La serie dell'energia eolica inizia nel 1990, quindi si hanno 25 osservazioni in meno. La crescita iniziale in questa serie è molto più lenta e i valori si mantengono molto bassi fino ai primi anni 2000. Da quel momento si osserva una crescita più evidente.



**Fig. 10. Serie storiche consumi di energia nucleare ed eolica, dati annuali (in TWh).**

Il modello di Bass applicato alla serie dei consumi di energia nucleare ha prodotto le stime riportate nella prima tabella [Tab. 1]. Si fa subito notare come il valore di  $R^2$ , che misura l'adattamento del modello ai dati, sia molto elevato. Nel caso dei modelli di diffusione questo valore è calcolato considerando di quanto migliora il modello in esame rispetto al modello media semplice, e ciò genera ovviamente valori molto alti.

Solitamente, osservare l'ampiezza degli intervalli di confidenza può confermare o meno la bontà di un modello. In questo caso si può vedere che gli intervalli sono molto stretti attorno al valore stimato, o equivalentemente

si può osservare che la varianza è ridotta, ma in questo tipo di modelli si possono considerare semplicemente come indicatori della stabilità delle stime. In questo caso specifico bisogna dire che l'aver superato il picco, rende le stime molto robuste e affidabili poichè ci sono molte osservazioni e il processo è maturo.

Il valore stimato del mercato potenziale  $m$  è una previsione dei consumi totali massimi che si possono avere con questo tipo di energia in Germania e si può confrontare con l'ultimo valore cumulato della serie. Dato che la stima è circa 5446 mentre l'ultimo valore è circa 4878, si riprende l'affermazione fatta osservando il grafico e cioè che il processo è quasi al completo sviluppo. Avendo superato il picco massimo, non è ampio lo spazio non coperto da questa energia nel mercato e questo significa che il mercato potenziale è quasi saturo.

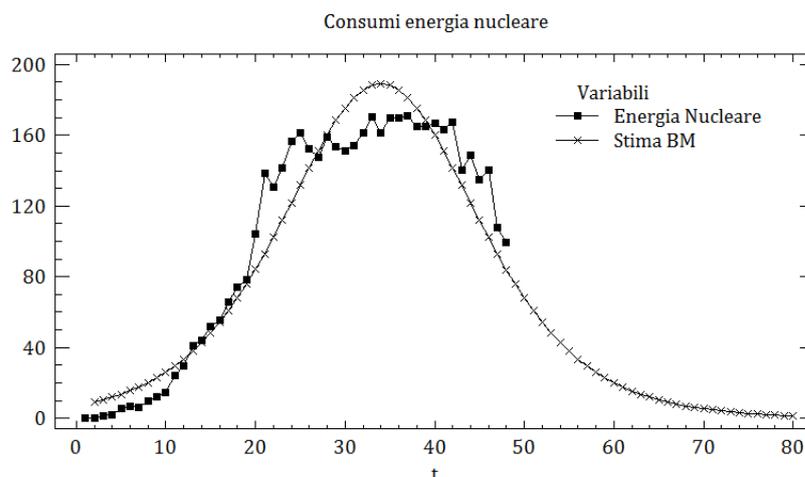
I valori di  $p$  e  $q$  suggeriscono un intervento abbastanza consistente sia della componente innovativa che di quella imitativa, ma con valori non troppo alti.

m	p	q	R <sup>2</sup>
<b>5446,25</b>	<b>0,001359</b>	<b>0,13621</b>	99,8109
(5251,99)	(0,001176)	(0,128425)	
(5640,51)	(0,001542)	(0,143994)	
[96,4484]	[0,000091]	[0,003865]	

**Tab. 1. Consumi di energia nucleare: stima dei parametri nel BM e R<sup>2</sup> percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] standard error asintotico.**

Nonostante il buon adattamento del modello, dal grafico si possono osservare i limiti dello stesso [Fig.11]. Già nella prima parte, in corrispondenza dei valori fino a  $t = 12$ , si nota come la stima sia maggiore dei dati osservati e cioè che il modello sovrastima la serie dei dati reali.

Il secondo limite si ha in corrispondenza del periodo intermedio della serie che si è detto mostrare una stabilizzazione dei consumi. Il modello non coglie questo appiattimento della serie e mostra un picco più pronunciato.



**Fig. 11.** Serie storica dei consumi di energia nucleare (in TWh) e BM stimato.

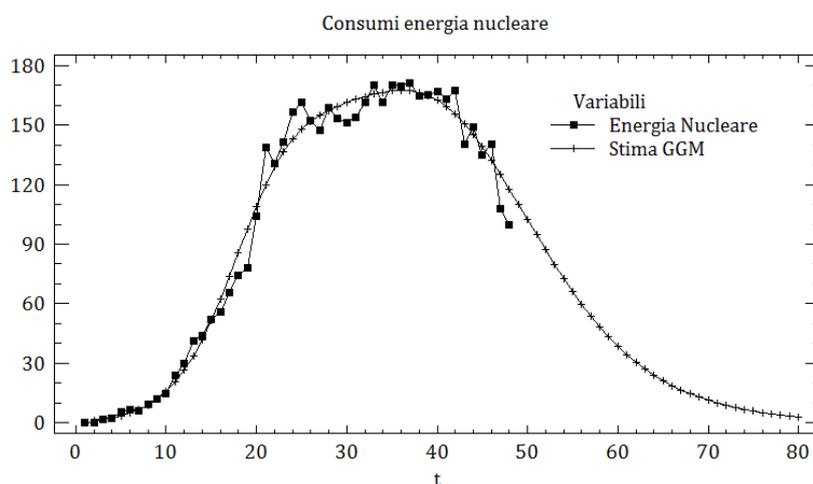
Per cercare di cogliere gli aspetti che nel modello di Bass non vengono considerati, si applica alla serie il modello di Guseo e Guidolin [Tab. 2]. Anche se il valore del coefficiente di determinazione del precedente modello sembrava molto alto, il nuovo modello ne presenta uno decisamente migliore. Si può notare come una prima differenza consista nell'aumento del mercato potenziale, sebbene la stima di questo rimanga un valore vicino all'ultimo cumulato, indicando la quasi saturazione del mercato. Anche i due coefficienti che riguardano le vendite sono aumentati sottolineando maggiormente l'effetto imitativo del processo.

I nuovi parametri della comunicazione  $p_c$  e  $q_c$  indicano un effetto molto limitato della comunicazione dei media e di internet e un più marcato effetto del passaparola tra gli individui.

K	$p_s$	$q_s$	$p_c$	$q_c$	$R^2$	$\widetilde{R}^2$
<b>6047,99</b>	<b>0,002926</b>	<b>0,223458</b>	<b>0,000415</b>	<b>0,133645</b>	99,9949	97,3030
(5894,29)	(0,002523)	(0,209468)	(0,000352)	(0,126809)		
(6201,69)	(0,003329)	(0,237448)	(0,000479)	(0,140482)		
[76,2142]	[0,000199]	[0,006937]	[0,000031]	[0,003381]		

**Tab. 2.** Consumi di energia nucleare: stima dei parametri nel GGM e  $R^2$  percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] *standard error* asintotico.  $\widetilde{R}^2$  percentuale calcolato come confronto con BM.

Per questo modello si è potuto inoltre calcolare inoltre il coefficiente  $\widetilde{R}^2$ , il coefficiente di correlazione multipla parziale al quadrato, poiché il suo valore serve a confrontare due modelli annidati. Il BM e il GGM sono, infatti, due modelli annidati in quanto il modello di Guseo e Guidolin presenta come caso particolare il modello di Bass. Ciò avviene se la componente sotto radice del GGM è unitaria, come si vede facilmente in (2.7). Un valore superiore al 97% sottolinea la notevole miglioria che si riesce ad apportare dall'uno all'altro modello. La conferma di ciò si può avere osservando il grafico. La serie viene stimata in modo molto più vicino alla realtà sia nella prima parte, dove non c'è più una sovrastima, sia nel picco, che risulta più schiacciato.



**Fig. 12. Serie storica dei consumi di energia nucleare (in TWh) e GGM stimato.**

Lo stesso procedimento è stato seguito per la serie di consumi di energia eolica. Inizialmente si è stimato il modello di Bass [Tab. 3], ottenendo un valore di  $R^2$  anche maggiore rispetto allo stesso modello nella serie precedente.

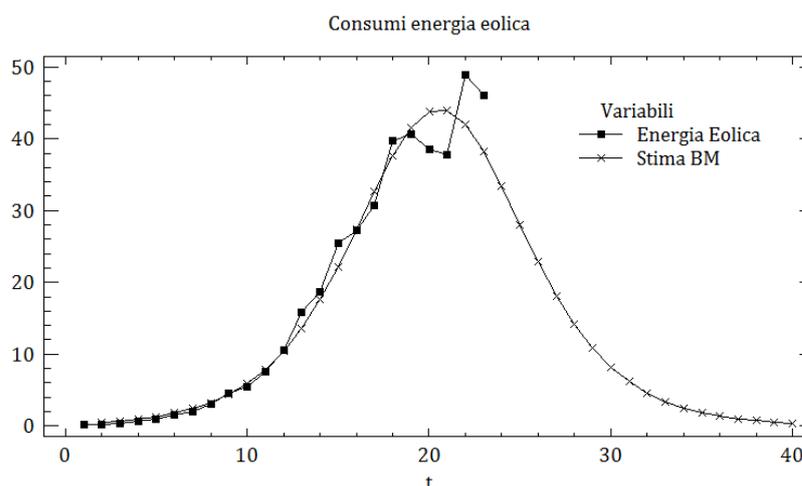
La stima del mercato potenziale è molto piccola se confrontata con quello dell'energia nucleare e dal grafico, come si dirà successivamente, si capisce visivamente che questo dato non può essere realistico.

Gli altri due parametri denotano un'azione molto debole della componente innovativa e una molto più accentuata della componente imitativa. Anche in

questo caso le stime sembrano affidabili in quanto gli intervalli sono stretti attorno alla stima puntuale.

m	p	q	R <sup>2</sup>
558,797	0,000558	0,31522	99,939
(524,525)	(0,000471)	(0,299193)	
(593,069)	(0,000645)	(0,331247)	
[16,4297]	[0,000042]	[0,007683]	

**Tab. 3. Consumi di energia eolica: stima dei parametri nel BM e R<sup>2</sup> percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] standard error asintotico.**



**Fig. 13. Serie storica dei consumi di energia eolica (in TWh) e BM stimato.**

Dal grafico [Fig. 13] i limiti del modello di Bass risultano molto più accentuati rispetto al caso precedente. Come detto, il modello non coglie l'ampiezza del mercato potenziale e prevede la chiusura del processo in modo molto rapido, ciò si può contestare anche osservando la serie graficamente, la cui crescita non sembra concludersi ma anzi aumentare.

Per quanto riguarda la sovrastima della prima parte, qui non è molto accentuata e l'andamento iniziale viene colto correttamente.

Anche per questa tipologia di energia, la stima mediante GGM migliora i risultati ottenuti:  $R^2$  aumenta e anche  $\widetilde{R}^2$  presenta un valore abbastanza alto

[Tab. 4]. La stima del mercato potenziale è aumentata di quasi sei volte e ciò conferma il limite del modello di Bass nel cogliere appieno questo valore. Bisogna però sottolineare che il valore stimato di  $K$  non è stabile come lo erano le stime precedenti in quanto si ha una varianza molto ampia. La spiegazione di questo fenomeno risiede nella brevità della serie: il modello di Guseo e Guidolin coglie sì la grandezza del mercato potenziale, ma non riesce a stimarlo in modo robusto perché il processo è giovane e ci sono poche osservazioni. Le altre stime sono, invece, più stabili e viene riconfermata la poca azione della parte innovativa (anche se il valore stimato aumenta), come rimane invariata quella imitativa.

Per quanto riguarda la comunicazione, l'effetto della comunicazione esterna è molto limitato, se non irrisorio, e c'è un'azione lieve del *word-of-mouth*. Anche in questo caso va sottolineata l'instabilità delle stime e questo, come detto, dipende dall'esigua numerosità delle osservazioni.

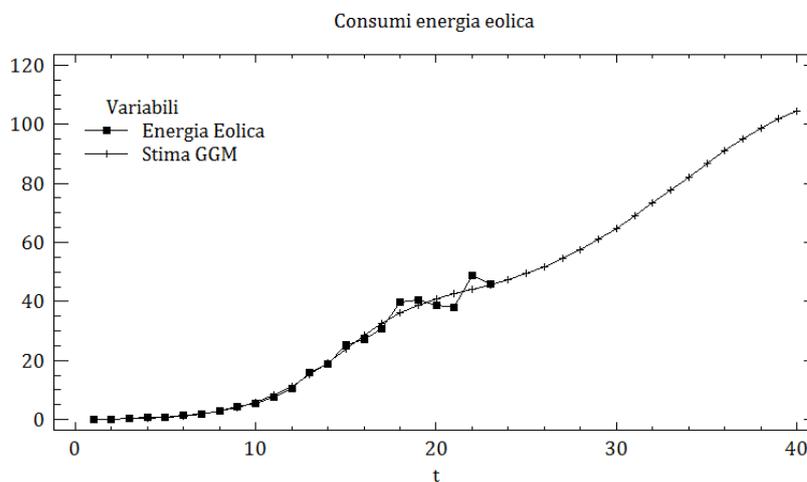
La presenza dello zero negli intervalli di confidenza viene usata di solito per affermare la non significatività dei parametri. In questo caso, come detto, la serie è molto corta e non permette una stima robusta, ciò causa l'instabilità delle stime e degli intervalli. Nonostante questo non li si considera nulli ma li si tratta comunque con cautela.

K	$p_s$	$q_s$	$p_c$	$q_c$	$R^2$	$\widetilde{R}^2$
<b>3228,49</b>	<b>0,002082</b>	<b>0,316877</b>	<b>0,000066</b>	<b>0,171636</b>	99,989	81,9672
(-90848,4)	(-0,000471)	(0,281266)	(-0,003674)	(-0,079301)		
(97305,4)	(0,004636)	(0,352488)	(0,003805)	(0,422573)		
[44778,8]	[0,001215]	[0,01695]	[0,00178]	[0,119441]		

**Tab. 4. Consumi di energia eolica: stima dei parametri nel GGM e  $R^2$  percentuale. ( ) limiti inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza asintotico al 95%; [ ] standard error asintotico.  $\widetilde{R}^2$  percentuale calcolato come confronto con BM.**

Il grafico rappresenta con chiarezza il miglioramento apportato [Fig. 14]. Mentre il modello stimato di Bass non sembrava realistico all'osservazione, il secondo modello segue molto meglio l'andamento della serie e prosegue facendo una previsione crescente dei consumi per questo tipo di energia.

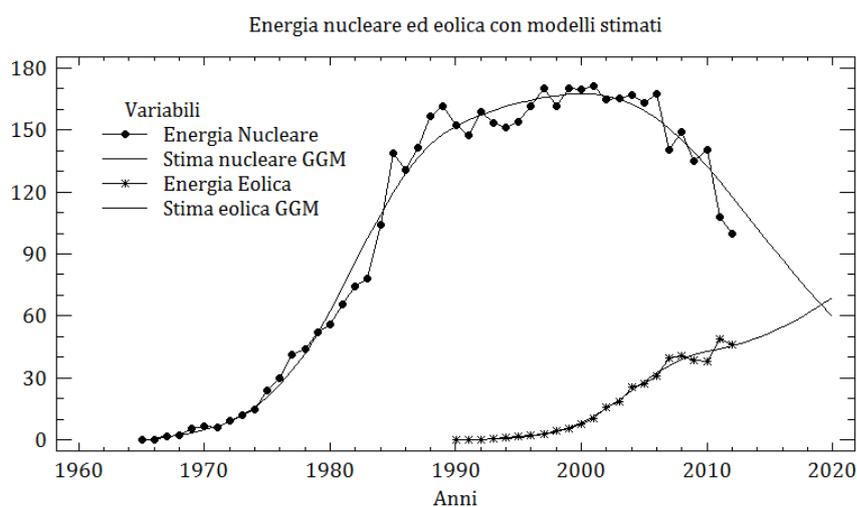
Dato il numero esiguo di dati, la previsione si può considerare solo nel suo trend e non come stima effettiva dei consumi periodo per periodo.



**Fig. 14.** Serie storica dei consumi di energia eolica (in TWh) e GGM stimato.

### 4.3.1 Commenti e interpretazione

In questo paragrafo si cercano di interpretare i risultati della stima dei modelli, guardando però alle azioni di Green Marketing precedentemente esposte e cercando di collegare insieme queste tipologie di informazioni.



**Fig. 15.** Serie storiche consumi (dati annuali in TWh) e modello GGM stimato per entrambi fino al 2020.

Una visione più completa dell'andamento delle due energie si può avere da un grafico in cui sono presenti le due serie riprodotte con la stessa scala insieme alla curva del modello stimato [Fig. 15]. Tenendo conto delle considerazioni fatte, si usa il modello di Guseo e Guidolin come riferimento.

Se si osserva la serie dell'energia nucleare possiamo confermare visivamente la decisione presa dal governo tedesco riguardo la diminuzione da dipendenza dal nucleare. Dai primi anni 2000 si assiste a una leggera diminuzione dei consumi che poi aumenta e si può cogliere con un "salto" in negativo la chiusura degli otto reattori nel 2011.

Va sottolineato che questa accelerazione nella chiusura degli impianti è preceduta da quasi un ventennio di sostanziale stabilizzazione dei consumi a un livello pressoché costante. Questo comportamento si può facilmente ricondurre alle conseguenze dell'incidente di Černobyl' del 1986, che ha portato il Governo tedesco a un ripensamento riguardo questo tipo di energia. A ciò è seguito un disinvestimento che spiega l'appiattimento della serie storica.

La previsione proposta dal modello sembra quindi ragionevole in quanto vede una continuazione del programma di diminuzione dell'energia nucleare in modo abbastanza rapido.

Anche nel caso eolico possiamo ritrovare le politiche in atto come per esempio l'EEG che è stato introdotto all'inizio della serie, nel 1991, ma solo nel 2000 inizia il suo effetto sulla crescita in quanto viene migliorato con le tariffe fisse e sfruttato da più agenti nel mercato; contemporaneamente si assiste all'inizio di progetti di proprietà condivisa a livello comunità.

Negli anni attorno al 2010, in cui la crescita sembra accentuarsi, si ha l'azione della *Strategia 20-20-20* europea prima e subito dopo l'inizio dell'azione della *Energiewende*.

L'andamento di questa serie è chiaramente crescente e si vede la previsione di un punto di incontro futuro dei consumi energetici nucleari ed eolici circa nel 2020. Questo sembra ragionevole: si ricorda che ad oggi i consumi tedeschi di energie da fonti rinnovabili nel loro insieme superano quelli

dell'energia nucleare. Questo porta a pensare, dato che l'energia eolica è la più importante in Germania, che la previsione fatta sia facilmente realizzabile nei prossimi anni.

Nonostante in entrambi i casi i parametri della comunicazione non mostrassero un grosso contributo al processo, si può comunque affermare che i dati sembrano confermare tutte le decisioni prese dal Governo e che queste ultime siano servite alla progressiva diffusione dell'energia eolica insieme a un progressivo declino di quella nucleare.

Riguardo il poco impatto dei parametri della comunicazione, bisogna comunque far notare che la natura stessa del prodotto considerato (fornitura di energia elettrica) in parte spiega questo fenomeno non essendo il caso di un prodotto "tradizionale".

Le previsioni, come detto, mostrano un forte cambiamento di tendenza e un sorpasso dell'energia eolica alla nucleare, sottolineando l'importanza del Green Marketing attuato nel Paese. Interessante è il confronto del grafico in **Fig. 15** con **Fig. 16**.

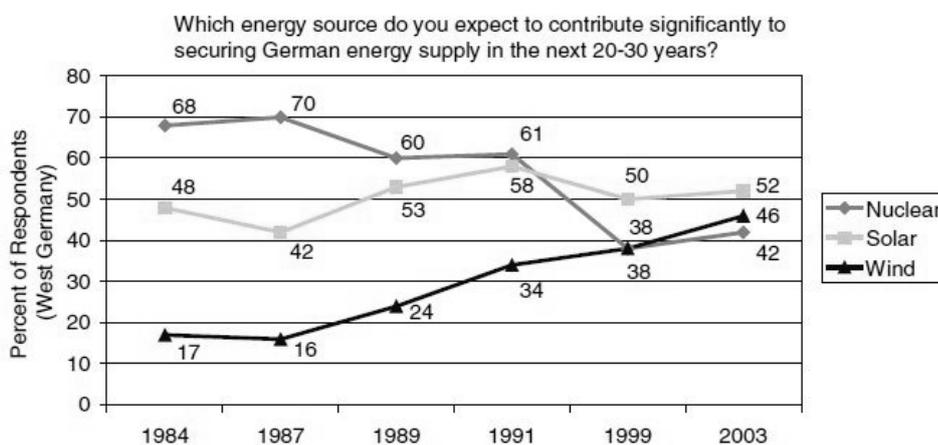


Fig. 1. Public Opinion in Germany has shifted in favour of renewable energy.

**Fig. 16. Opinione pubblica in Germania riguardo energia Nucleare, Solare ed Eolica [Fonte: Wüstenhagen, Bilharz, 2006].**

Si è detto che la diffusione di un'innovazione procede insieme e grazie all'accettazione di essa da parte dei cittadini, la conferma di ciò si ha da

questo confronto visivo che vede un progressivo aumento della fiducia dei cittadini tedeschi alla fonte eolica e un cambio dell'idea presente negli anni precedenti in merito all'energia nucleare.

Secondo questo studio, già nel 2003 le persone erano convinte che l'energia eolica sarebbe stata l'energia del futuro tedesco e questo va di pari passo con le politiche prese dal governo nel cercare di mettere le basi per una cittadinanza consapevole, che inoltre si vede come condivide le scelte attuate. Inoltre, dimostra la coerenza del modello proposto da Guseo e Guidolin [2009] che considera comunicazione e adozione processi separati ma che evolvono insieme.

## Conclusione

L'argomento principale del lavoro è stato il legame tra Green Marketing e diffusione di energie rinnovabili. A partire da una generale definizione della nascita e del significato di Green Marketing, se ne è poi generalizzato il concetto a livello di Sistema Paese per poterne usare i principi per la fornitura di energia elettrica.

In particolare, si è studiata la diffusione delle energie nucleare ed eolica in Germania, in quanto innovazioni tecnologiche, applicando ad esse due modelli costruiti appositamente da Bass [1969] e da Guseo e Guidolin [2009]. Si è poi studiato l'andamento delle serie storiche e le previsioni alcuni passi successivi all'ultimo osservato, cercando di confrontarle con le azioni intraprese dal Governo tedesco nel cercare di incentivarne la diffusione, cioè le azioni di Green Marketing.

E' risultato dall'esplorazione dei dati che c'è un riscontro oggettivo delle leggi e provvedimenti varati dallo Stato. La progressiva diminuzione del nucleare e l'aumento delle rinnovabili sono chiaramente visibili nelle serie storiche e in dettaglio si riescono ad accostare alle fluttuazioni della serie precise politiche o decisioni prese. Dalle previsioni è chiaro che questo processo continuerà nei prossimi anni e, se così fosse, fra meno di una decade la Germania sarà di fronte a uno scambio di importanza tra le energie e cioè a un sorpasso dell'energia eolica all'energia nucleare in quanto a produzione e consumi.

In merito a questo, ad oggi la Germania vanta un consumo maggiore di energie rinnovabili nel loro insieme rispetto al nucleare ma è molto focalizzata allo sviluppo dell'eolico, essendo una regione ventosa e con uno sbocco diretto al mare che permette la costruzione di impianti *off shore*. Questo porta a considerare le previsioni abbastanza affidabili, per lo meno nel loro trend.

Si è visto in modo particolare che l'accettazione è fondamentale in queste tipologie di processi e arriva prima della diffusione dei prodotti stessi. Questo

è chiaramente spiegato nel modello di Guseo e Guidolin [2009], che prevede un processo di coevoluzione tra comunicazione e adozione, le quali agiscono però in modo separato. In questo caso l'andamento dell'opinione pubblica presenta lo stesso comportamento della serie dei consumi, solo traslato anni prima. Questo mostra come la scelta di legare gli argomenti Green Marketing e Modelli di diffusione sia effettivamente lecita e apra numerosi spunti per ulteriori ricerche, non riuscendo questo lavoro ad essere esaustivo in merito. In relazione alle due serie studiate, sarebbe interessante valutarne lo sviluppo in modo continuativo nel tempo per vedere come variano i modelli e le previsioni degli stessi con più osservazioni. Nel caso dell'energia nucleare questo processo porterebbe a una stima ancora più robusta dei parametri del modello, sebbene già molto buona. Per quanto riguarda l'eolico, invece, l'interesse è ancora maggiore in quanto la serie è molto breve e i modelli forniscono delle stime ancora poco stabili.

La compagnia BP fornisce ogni anno le stime dei consumi di tutte le energie. I dati di questo lavoro, come detto, hanno come ultima osservazione giugno 2012. Per questo è interessante lo spunto che viene dato dalla successiva *review* che riporta il dato del 2012 completo e quello parziale del 2013, non inseriti appunto in questo contesto.

Si osserva una diminuzione dei consumi di energia nucleare dell'1,9% insieme ad un aumento di quella eolica del 5,7%, a conferma ancora una volta di quanto detto. I modelli e le previsioni naturalmente ad ogni osservazione aggiunta fornirebbero delle stime sempre più accurate e aggiornate.

Lo stesso lavoro fra per esempio dieci anni, porterebbe a una valutazione a posteriori dei risultati ottenuti, alla luce anche di nuove politiche o leggi.

Inoltre, si potrebbe approfondire lo studio di altri modelli e vederne il comportamento con queste serie di dati confrontandone le previsioni fatte in questo lavoro.

In definitiva, essendo un tema alquanto attuale, nei prossimi anni sarà interessante valutare se gli obiettivi a lungo termine delle nazioni verranno raggiunti, come cambierà il mix energetico mondiale e cosa comporterà

questo nell'economia. In particolare sarà stimolante osservare se effettivamente le energie da fonti rinnovabili, o l'eolico nello specifico, supereranno nella produzione quelle fossili e nucleari, e se e quando ci sarà una dismissione completa di queste ultime.

A questo si legano altre ricerche sull'inquinamento e sul riscaldamento climatico globale, con un'attenzione particolare al legame tra lo sviluppo futuro delle energie e questi aspetti.



## BIBLIOGRAFIA

- Bass, F.M., 1969, "A New Product Growth for Model Consumer Durables", *Management Science*, vol. 15, no. 5, pp. 215-227.
- Bass, F.M., Krishnan, T.V. e Jain, D.C., 1994, "Why the Bass Model Fits without Decision Variables", *Marketing Science*, vol. 13, no. 3, pp. 203-223.
- BP, 06/2013-ultimo aggiornamento, *Statistical Review of World Energy 2013*. <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013.html> [consultato il 10/02/2014].
- BP, 06/2014-ultimo aggiornamento, *Statistical Review of World Energy 2014*. <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> [consultato il 16/06/2014].
- Chow, G.C., 1967, "Technological change and demand for consumers", *American Economic Review*, vol. 57, pp. 1117-1130.
- Coddington, W., 1993, *Environmental Marketing: Positive Strategies for Reaching the Green Consumer*, Mc-Graw Hill Inc., New York.
- Cohen, W.M. e Levinthal, D.A., 1990, "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no. 1, pp. 128-152.
- Die Bundesregierung, 06/2014-ultimo aggiornamento. <http://www.bundesregierung.de/> [consultato il 10/06/2014].
- Duesenberry, J.S., 1949, *Income, saving and the theory of consumer behavior*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Eddy, M., 08/04/2014-ultimo aggiornamento, *Germany moves forward on Renewable Energy Plan*. [http://www.nytimes.com/2014/04/09/business/international/germany-moves-forward-on-renewable-energy-plan.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2014/04/09/business/international/germany-moves-forward-on-renewable-energy-plan.html?_r=1) [consultato il 03/06/2014].
- EWEA, 05/2014-ultimo aggiornamento, *The European Wind Energy Association*. <http://www.ewea.org/> [consultato il 20/05/2014].

- Fourt, L.A. e Woodlock, J.W., 1960, "Early prediction of early success of new grocery products", *Journal of Marketing*, vol. 25, pp. 31-38.
- Goldenberg, J., Libai, B., Solomon, S., Jan, N. e Stauffer, D., 2000, "Marketing percolation", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 284, no. 1-4, pp. 335-347.
- Grandinetti, R., 2008, *Marketing. Mercati, prodotti e relazioni*, Carocci editore, Urbino.
- Grant, J., 2009, *Green Marketing. Il manifesto*, Francesco Brioschi Editore, Milano.
- Guidolin, M. e Guseo, R., 2012, "A nuclear power renaissance?", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 79, no. 9, pp. 1746-1760.
- Guidolin, M. e Mortarino, C., 2010, "Cross-country diffusion of photovoltaic systems: modelling choices and forecasts for national adoption patterns", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, pp. 279-296.
- Guidolin, M., 2003/2004, *Cicli energetici e diffusione delle innovazioni: Il ruolo dei modelli di Marchetti e di Bass*, Università degli Studi di Padova.
- Guidolin, M., 2008, *Aggregate and agent-based models for the diffusion of innovations*, Università degli Studi di Padova.
- Guseo, R. e Guidolin, M., 2009, "Modelling a dynamic market potential: A class of automata networks for diffusion of innovations", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, no. 6, pp. 806-820.
- Guseo, R., Dalla Valle, A. e Guidolin, M., 2007, "World Oil Depletion Models: Price effects compared with strategic or technological interventions", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, no. 4, pp. 452-469.
- Hanas, J., 08/06/2007-ultimo aggiornamento, *A World gone Green*. <http://adage.com/article/special-report-ecomarketing/a-world-green/117113/> [consultato il 10/05/2014].
- Henion, K.E. e Kinnear, T.C., 1976, *Ecological Marketing*, American Marketing Association, Columbus, Ohio.
- IEA, 05/2014-ultimo aggiornamento, *International Energy Agency*. <http://www.iea.org/> [consultato il 20/05/2014].
- Jager, W., 2006, "Stimulating the diffusion of photovoltaic systems: A behavioural perspective", *Energy Policy*, vol. 34, no. 14, pp. 1935-1943.

- Kirsten, S., 2014, "Renewable Energy Sources Act and Trading of Emission Certificates: A national and a supranational tool direct energy turnover to renewable electricity-supply in Germany", *Energy Policy*, vol. 64, no. 0, pp. 302-312.
- Kohli, R., Lehmann, D.R. e Pae, J., 1999, "Extent and impact of incubation time in new product diffusion", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 16, no. 2, pp. 134-144.
- Kotler, P., Scott, W.G. e Porta, G., 1992, *Marketing management*, 7.ma edizione italiana, ISEDI, Prentice Hall International, Torino.
- Levitt, T., 1965, "Exploit the Product Life Cycle", *Harvard business review*, vol. 43, pp. 81-94.
- Mansfield, E., 1961, "Technical change and the rate of imitation", *Econometrica*, vol. 29, pp. 741-766.
- Max-Neef, M., Elizalde, A. e Hopenhayn, M., 1992, "Development and human needs" in *Real-life Economics: Understanding Wealth Creation*, edito da: Ekins, P. e Max-Neef M., Routledge, London.
- McCarthy, E.J. e Perreault, W.D., 1990, *Basic Marketing: A managerial approach*, Irwin, Homewood, Illinois.
- Meade, N. e Islam, T., 2006, "Modelling and forecasting the diffusion of innovation – A 25-year review", *International Journal of Forecasting*, vol. 22, no. 3, pp. 519-545.
- Mercalli, L. e Cat Berro, D. 2010, *Clima ed Energia: Capire per agire*, Graficat, Torino.
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 25/09/2013-ultimo aggiornamento, *Il mercato delle quote di CO2*, <http://www.minambiente.it/pagina/il-mercato-delle-quote-di-co2> [consultato il 10/06/2014].
- Mitchell, C., Bauknecht, D. e Connor, P.M., 2006, "Effectiveness through risk reduction: a comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany", *Energy Policy*, vol. 34, no. 3, pp. 297-305.
- Morris, C. e Pehnt, 10/06/2014-ultimo aggiornamento, *Energy Transition: The German Energiewende*, <http://energytransition.de/> [consultato il 10/06/2014].

- Musall, F.D. e Kuik, O., 2011, "Local acceptance of renewable energy—A case study from southeast Germany", *Energy Policy*, vol. 39, no. 6, pp. 3252-3260.
- Ottman, J.A., 1993, *Green Marketing: Challenges & Opportunities for the New Marketing Age*, NTC Business Books, Lincolnwood, Illinois.
- Peattie, K. e Charter, M., 2003, "Green Marketing" in *The Marketing Book*, edito da: M.J. Baker, Butterworth-Heinemann, Oxford, pp. 726-756.
- Polonsky, M.J., 1994, "An Introduction To Green Marketing", *Electronic Green Journal*, vol. 1, no. 2.
- REN21, 2014-ultimo aggiornamento, *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*. <http://www.ren21.net/> [consultato il 30/05/2014].
- Rettie, R., Burchell, K. e Barnham, C., 2014, "Social normalisation: Using marketing to make green normal", *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 13, no. 1, pp. 9-17.
- Rifkin, J., 2011, *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, Milano.
- Rogers, E.M., 1962, *Diffusion of innovations*, The Free Press, New York.
- Rogers, E.M., 2003, *Diffusion of innovations*, The Free Press, New York.
- Russell, T., 1980, "Comments on "The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations", *The Journal of Business*, vol. 53, pp. 69-73.
- Sovacool, B.K. e Lakshmi Ratan, P., 2012, "Conceptualizing the acceptance of wind and solar electricity", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 7, pp. 5268-5279.
- STATGRAPHICS, 1988, *A Statistical Graphics Software System*, 12: 304, Disasters.
- Van den Bulte, C., 2000, "New Product Diffusion Acceleration: Measurement and Analysis", *Marketing Science*, vol. 19, pp. 366-380.
- WNA, 2014-ultimo aggiornamento, *World Nuclear Association*. <http://www.world-nuclear.org/> [consultato il 20/05/2014].
- Wolfram, S., 1984, "Cellular Automata as Models of Complexity", *Nature*, vol. 311, no. 5895, pp. 419-424.

World Commission on Environment and Development, 1987, *Our Common Future*, [http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf/](http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf) UN Documents [consultato il 15/05/2014].

Wüstenhagen, R. e Bilharz, M., 2006, "Green energy market development in Germany: effective public policy and emerging customer demand", *Energy Policy*, vol. 34, no. 13, pp. 1681-1696.



## **RINGRAZIAMENTI**

Il mio ringraziamento più grande va alla mia relatrice, la Dottoressa Mariangela Guidolin che mi ha accompagnato in questo mio primo traguardo accademico, per il suo entusiasmo e per l'aver condiviso con me una parte della sua ricerca rendendomi orgogliosa del mio lavoro.

Ai miei genitori, per l'appoggio e la presenza costante in ogni mia scelta e in ogni momento della mia vita; anche se con poche parole, la mia tesi è dedicata a voi.

A mia nonna, sostegno e pilastro sempre presente, che mi dà la forza; a tutta la mia famiglia che mi è vicino in molti modi diversi e a chi non c'è più ma è fonte d'ispirazione.

Ad Alessandro, per avermi tutte le volte spronato a scavalcare i miei limiti, a superare me stessa e a puntare in alto, e per tutte le volte che dovrei ancora farlo, *“grazie per il tempo pieno, grazie per il te più vero, grazie per i denti stretti, i difetti, per le botte d'allegria, per la nostra fantasia”*.