



**AGENZIA
DELLE
DOGANE**



Giulio Dal Savio Gianluca Dari Marco Manzo

Gli effetti della politica fiscale sulla domanda di benzina e di gasolio: un approccio SVAR.



Gli Effetti della Politica Fiscale sulla Domanda di Benzina e di Gasolio: un Approccio SVAR

Giulio Dal Savio

Gianluca Dari

Marco Manzo

Abstract

La nostra analisi si focalizza sulla stima e sulla previsione del consumo di benzina verde e di gasolio per auto (le due variabili principali del gettito fiscale proveniente da accisa). L'obiettivo è duplice: da un lato si individuano le relazioni principali tra le variabili, dall'altro si implementano simulazioni di policy sul gettito fiscale. I principali risultati sono: i) la forte rigidità della domanda di benzina; ii) la stretta dipendenza della domanda di gasolio dalle variazioni della domanda della benzina; iii) la dinamica del prezzo del gasolio maggiormente dipendente dal potere di mercato delle compagnie di raffinazione; iv) la perdita di competitività connessa con un incremento del costo del gasolio derivante da aumento di accisa; v) l'impatto qualitativamente differente di uno shock di tipo "petrolifero" rispetto ad uno shock

Sommario

1	Introduzione	1
2	Caratteristiche delle serie storiche considerate	5
2.1	Test di radice unitaria ed assenza di cointegrazione: la relazione spuria tra consumo di benzina e consumo di gasolio	11
3	La stima del VAR in forma ridotta	14
4	Test di Granger-non causalità	21
5	Dal VAR in forma ridotta al VAR in forma strutturale: le funzioni di <i>impulse-response</i>	24
5.1	Le funzioni generalizzate di <i>impulse-response</i> : una possibile simulazione di uno shock petrolifero.....	28
5.2	Le funzioni di <i>impulse-response</i> in un modello SVAR: simulazioni di policy	31
6	La decomposizione della varianza dell'errore predittivo.....	37
7	Conclusioni	42

1 Introduzione

Il petrolio e il gas naturale attualmente soddisfano il 62% circa della domanda mondiale di energia. Considerando che al momento nessun'altra fonte di energia è in grado di sostituirli in modo soddisfacente, tale percentuale è probabilmente destinata a crescere nel prossimo decennio, attestandosi a livelli compresi fra il 65% e il 70%. La domanda di petrolio, in particolare, ha avuto un'ascesa inarrestabile nel corso dell'ultimo cinquantennio e l'offerta è stata sempre in grado di fronteggiare la richiesta, almeno sino ad oggi.

Ma in un ipotetico scenario futuro in cui il petrolio continuasse ad essere la principale fonte energetica le crisi petrolifere passate, come quella del 1973 e quella sul finire degli anni settanta, potrebbero riverificarsi. Del resto è molto probabile che “la corsa all'oro nero” subisca un'accelerazione sulla spinta di aumento della domanda globale, principalmente dovuta al forte sviluppo dei Paesi emergenti, Cina e India soprattutto. La tendenziale esplosione della domanda, fronteggiata da un'offerta tendenzialmente rigida, può essere identificata come una questione di centrale importanza. Le possibili tensioni conseguenti sul prezzo del greggio rendono inevitabile un interessamento alle fonti energetiche alternative, a basso impatto ambientale, rinnovabili e con resa soddisfacente.

La crescita economica mondiale è correlata, quindi, in larghissima misura agli investimenti in energia, in principal modo alle infrastrutture capaci di aumentare l'offerta di petrolio e gas: stime recenti indicano che nell'area del Medio Oriente e del Nord Africa c'è disponibilità di risorse.

L'estrazione del greggio, tuttavia, a causa della profondità dei giacimenti ancora non sfruttati, richiede un maggior costo di produzione e nuovi investimenti. Considerato che nell'ultimo ventennio il prezzo del barile si è mantenuto in una fascia compresa fra i 20 e i 30 dollari, tali giacimenti, a quei prezzi, non risultavano economicamente profittevoli. E' pur vero che le quotazioni del greggio, dopo aver avuto forti incrementi in coincidenza di alcune crisi internazionali, hanno raggiunto un nuovo equilibrio. Sarebbe tuttavia erroneo attribuire esclusivamente alle tensioni geopolitiche internazionali la forte crescita del prezzo del petrolio negli ultimi mesi. Sarebbe più corretto scomporre l'aumento in due componenti: una strutturale, l'altra di natura eventuale. La seconda è riscontrabile in molti eventi recenti: la guerra in Afghanistan, la crisi in Iraq, le tensioni politiche sorte dalla volontà dell'Iran di dotarsi della tecnologia nucleare, le difficoltà interne della Nigeria (altro grande produttore di greggio). Tuttavia, proprio per la natura politica di questi eventi, la tendenza al rialzo non sarebbe necessariamente destinata a perdurare. Invece un aumento del prezzo dovuto a cause strutturali può essere determinato dalle pressioni esercitate dalla domanda globale di energia. Le cause, come già anticipato, sono sostanzialmente

due: da un lato la scarsa sostituibilità di petrolio e gas nell'immediato futuro e la scarsa sostituibilità degli idrocarburi nei prossimi dieci anni; dall'altro la carenza di investimenti che siano in grado di aumentare in modo soddisfacente l'offerta sui mercati internazionali.

Lo scenario mondiale presentato determina ripercussioni, come ragionevole aspettarsi, anche sull'economia nazionale. Partendo dall'ovvia considerazione che la crescita economica interna dipende in maniera cruciale dal soddisfacimento della domanda energetica nazionale, le strategie di approvvigionamento risultano condizionate da un concorso di cause.

La dipendenza italiana dall'estero nel settore energetico è radicata: la fattura energetica nazionale ha raggiunto quota 37 miliardi di euro nel 2005, di cui 22 circa per petrolio e gas. Per l'anno corrente le previsioni indicano un aumento ulteriore.¹ Se le stime nei primi 9 mesi dell'anno e le proiezioni sui restanti tre trovassero conferma si profilerebbe una bolletta petrolifera da record. Secondo il rapporto diffuso dall'UP (Unione Petrolifera) nei primi nove mesi del 2006 i consumi, rispetto a gennaio-settembre 2005, hanno registrato una contrazione del solo 0,1% circa [13]; questo fa supporre che la domanda interna sia caratterizzata da una rigidità accentuata rispetto alle variazioni di prezzo.

Da questa constatazione emergono due conclusioni abbastanza chiare. La prima concerne la difficoltà di individuare strategie volte ad allentare il vincolo energetico (difficoltà, peraltro, comune a tutti i paesi industrializzati) con la diversificazione delle fonti di approvvigionamento e, in un'ottica temporale più ampia, con l'ammodernamento del sistema energetico nazionale al fine di favorire l'uso efficiente delle risorse.

La seconda conclusione riguarda il gettito fiscale. E' proprio grazie alla rigidità della domanda se, nel corso del 2005, il gettito ha potuto registrare un incremento, nonostante la leggerissima flessione dei consumi. Quest'ultimi, in realtà, hanno subito un cambiamento di composizione con un aumento complessivo dal 2000 del 5,3% circa, un decremento del consumo di petrolio del 7,9% e un rialzo della domanda di gas del 21% (circa 4 volte quello complessivo) [13].

Nel presente lavoro molte delle questioni sintetizzate sono state affrontate con l'ausilio di un modello econometrico. Sebbene gli obiettivi della ricerca siano la stima dei livelli di consumo di benzina e gasolio per auto, ovvero le basi imponibili a fini fiscali, e le simulazioni di politica fiscale, una serie di considerazioni importanti vi trovano la loro naturale collocazione.

Innanzitutto, le caratteristiche del nostro fabbisogno energetico rispecchiano pienamente quelle riguardanti la domanda globale di energia. I risultati del lavoro non solo confermano la rigidità della domanda interna della benzina, ma mettono in luce anche importanti correlazioni fra livelli di consumo, prezzi, tasso di cambio euro/dollaro, inflazione.

¹ A dicembre '06 la stima è pari a 48 mld di euro (+29%) [14].

In Italia l'imposizione sui prodotti energetici è sostanzialmente ripartita in accise ed imposte erariali di consumo [5]. Più precisamente l'accisa investe le imposte armonizzate a livello della Comunità Europea e riguarda sia gli oli minerali che i prodotti alcolici. La rilevanza maggiore di gettito fiscale riguarda la benzina e il gasolio. La nostra ricerca è stata finalizzata sia ad individuare le relazioni principali tra le variabili del modello, che ad implementare un modello previsivo adatto soprattutto per simulazioni di policy fiscale.

Nel modello si è concentrata l'attenzione sui consumi di benzina e gasolio, sui rispettivi prezzi, sul tasso di cambio euro-dollaro e sul livello generale dei prezzi al consumo. L'analisi delle serie storiche, oltre ad aver confermato il risultato consolidato in letteratura delle caratteristiche di processi stocastici a radice unitaria e stazionari nei tassi di crescita², ha posto in evidenza l'assenza di cointegrazione tra i due consumi di benzina e gasolio, individuando una relazione spuria nei livelli.

Essendo il prezzo del petrolio molto correlato con i prezzi della benzina e del gasolio, nei livelli e in misura minore anche nei tassi di crescita, si è preferito impostare il modello VAR con il fine di analizzare il comportamento dei consumi di benzina e gasolio di fronte a variazioni dei rispettivi prezzi e quindi di rilevare le interrelazioni tra questi due mercati.

Nel modello sono state considerati altre due variabili: il tasso d'inflazione e il tasso di cambio; la prima per individuare gli effetti delle variazioni dei prezzi degli idrocarburi sul potere d'acquisto delle famiglie; la seconda per tener conto di aspetti macroeconomici internazionali. Inoltre lo shock subito dalle variabili successivamente all'11 settembre ha determinato un loro cambiamento di struttura, che ha reso necessario l'utilizzo di due variabili di comodo.

L'assenza di cointegrazione tra le variabili nei livelli ha suggerito l'implementazione di un modello VAR alle differenze prime, e quindi stazionario, lineare logaritmico, nonché invertibile in un processo a media mobile.

Il modello stimato ha reso possibile l'analisi delle relazioni di causalità tra le variabili che, assieme alla esogenità debole (dovuta all'assenza di cointegrazione nei livelli), consente l'utilizzo in *previsione* deterministica, oltre che *in stima*, delle variabili esogene nel senso forte. Dal VAR in forma ridotta si è poi passati al VAR in forma strutturale al fine di compiere simulazioni stocastiche nelle variabili. Non essendo stata provata l'assenza di cambiamento di struttura, tali simulazioni possono essere soggette alla critica di Lucas [12].³ I principali risultati, concernenti le relazioni tra

² Il tasso d'inflazione risulta stazionario alle differenze a causa della stabilizzazione dei prezzi che ha riguardato anche il periodo da noi considerato.

³ Tuttavia la caratteristica mensile delle serie storiche utilizzate può essere un elemento a sostegno delle simulazioni effettuate nel modello.

le variabili, sono stati: i) la forte inelasticità della domanda di benzina; ii) la stretta dipendenza della domanda di gasolio dalle variazioni della domanda di benzina e la sua non trascurabile elasticità rispetto al prezzo; iii) la dinamica del prezzo del gasolio meno connessa, rispetto al prezzo della benzina, a fattori esogeni come la quotazione internazionale e maggiormente legata al potere di mercato delle compagnie di raffinazione; iv) la perdita di competitività dovuta ad un incremento del costo del gasolio derivante da accisa; v) l'impatto qualitativamente differente di uno shock di tipo "petrolifero" rispetto ad uno shock fiscale.

i) La forte rigidità della domanda di benzina è stata spesso evidenziata in diversi ambiti, istituzionali e accademici. In un tale contesto ogni shock che colpisce l'offerta, sia esso di natura politica, quale l'incremento dell'accisa, o di *cost push*, quale lo shock petrolifero, viene traslato sul prezzo piuttosto che sul consumo. I risultati empirici del modello, dunque, sembrano confermare quanto già noto. Tuttavia la relazione con il prezzo del gasolio offre un risultato aggiuntivo. La dinamica inflazionistica generata dall'incremento del prezzo della benzina viene anticipata dai produttori che possono restringere l'offerta di gasolio. I dati mostrano che il prezzo del gasolio tende a seguire il prezzo della benzina. Questa relazione può essere spiegata dal maggior potere di mercato dei produttori di gasolio che consente di fissare un mark-up sul costo di raffinazione.

ii) L'impatto causato da uno shock sul prezzo della benzina è differente da quello generato da un incremento dell'accisa sul gasolio. Come per la benzina, l'incremento dell'accisa sul gasolio induce uno spostamento verso l'alto della curva d'offerta. Nel nuovo equilibrio si verifica, tuttavia, una maggiore riduzione della quantità scambiata di gasolio.

iii) A sostegno dei risultati precedenti risiede il fatto che le compagnie di raffinazione non hanno la possibilità di sfruttare variazioni del prezzo della benzina, strettamente connesso con le quotazioni internazionali, mentre possono (in Italia) sfruttare maggiormente i margini di raffinazione nel mercato del gasolio. Tale fenomeno emerge dall'analisi del modello, dove la dinamica del prezzo del gasolio risulta molto spiegata dalle altre variabili del modello, a differenza del prezzo della benzina che ha una dinamica sostanzialmente autonoma.

iv) La capacità degli agenti di agire maggiormente sull'offerta di gasolio, rispetto all'offerta della benzina, particolarmente nel breve periodo, ma in misura minore anche nel lungo periodo, è una conclusione necessaria per interpretare i risultati delle funzioni di risposta all'impulso. Tuttavia, tale risultato non rappresenta un ostacolo se si considera il comportamento strategico dei produttori. Questi rappresentano degli agenti *price maker* di un mercato oligopolistico, quale risulta quello del mercato delle frazioni petrolifere [1]. In altri termini, la capacità di controllo del prezzo della benzina è più complessa per le raffinerie, a differenza di quanto avviene, in Italia, nel mercato del gasolio relativamente meno contendibile di quello della benzina [2]. Considerato che il gasolio è un

input fondamentale della produzione, un incremento del suo costo può determinare una perdita di competitività. A livello macroeconomico è, infatti, ragionevole ipotizzare che un incremento del costo del gasolio implichi una contrazione del prodotto nazionale. La perdita di competitività può persino essere associata ad una contrazione del consumo della benzina. Le funzioni di risposta all'impulso enfatizzano, pertanto, un carattere maggiormente recessivo di una politica fiscale restrittiva sul gasolio.

v) L'analisi delle funzioni generalizzate di risposta all'impulso in un VAR in forma ridotta consente l'analisi di shock, sulle variabili, non ortogonali tra loro: ciò significa che uno shock sul prezzo del gasolio è correlato ad uno shock sul prezzo della benzina. Non è più possibile, quindi, trattare tali funzioni come simulazioni di policy; viceversa, queste possono essere interpretate come shock di tipo petrolifero. L'effetto recessivo si osserva sul mercato del gasolio e sul mercato della benzina. Lo shock sugli idrocarburi, pertanto, risulta recessivo ed estremamente inflattivo.

Rispetto alla prospettiva globale del mercato della benzina, nel mercato del gasolio, con una prospettiva più propriamente europea e con l'Italia nel ruolo di produttore-esportatore, il prezzo mostra una dinamica più instabile e volatile [2]. L'Italia conferma la sua specificità di paese orientato al gasolio e la tendenza sembra rafforzarsi nonostante la maggior crescita del prezzo del gasolio negli anni recenti. I fattori di spinta dei consumi di gasolio sono stati ricondotti alla forte crescita del parco auto (“dieselizzazione” del parco auto nazionale), alla maggiore efficienza rispetto al parco auto a benzina, alla diffusione dei nuovi propulsori diesel di piccola cilindrata, alla riduzione del prezzo di acquisto delle auto diesel rispetto a quelle a benzina, al differenziale dei prezzi alla pompa dei due carburanti [2].

Il paper è così suddiviso: la sezione 2 presenta le caratteristiche delle serie storiche considerate e i test di radice unitaria; la sezione 3 stima il VAR nella forma ridotta; la sezione 4 illustra i risultati dei test di causalità delle variabili; nella sezione 5 sono riportate le simulazioni di shock di tipo fiscale e petrolifero; la decomposizione storica della varianza è contenuta nella sezione 6; infine la sezione 7 conclude e ipotizza nuovi sviluppi empirici e teorici per la nostra ricerca.

2 Caratteristiche delle serie storiche considerate

L'analisi riportata in questa sezione è basata sulle seguenti serie storiche mensili: consumo della benzina (c_t^b), consumo di gasolio (c_t^g), prezzo della benzina (p_t^b), prezzo del gasolio (p_t^g) e prezzo del petrolio (p_t^{oil}). I dati originari sono stati convertiti in logaritmi prima di essere modellizzati, al fine di individuarne eventuali relazioni moltiplicative e più agevolmente i tassi di crescita e le

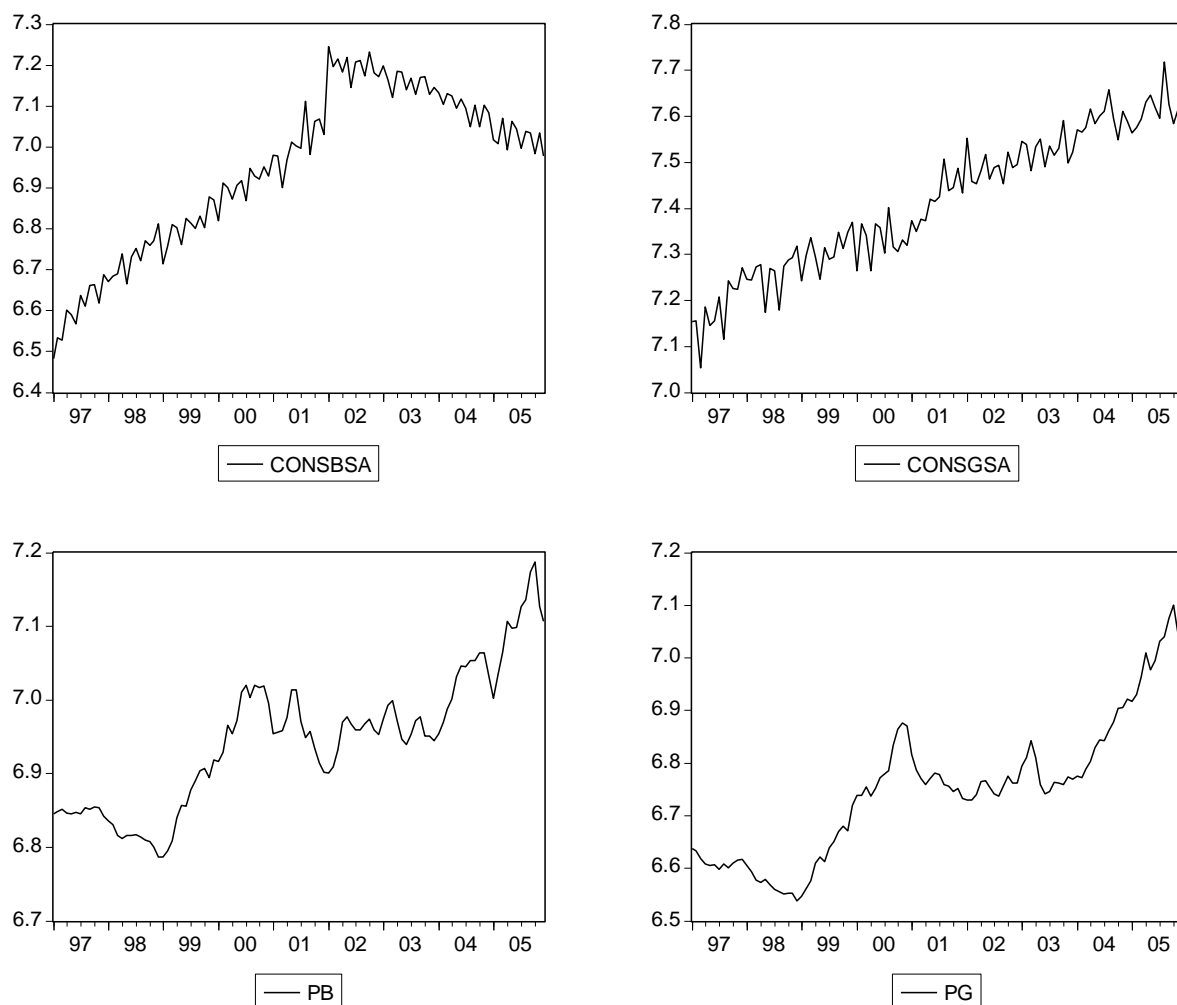
elasticità di sostituzione. La fonte dei dati del consumo di benzina verde e di gasolio per auto è la banca dati dell'ACI; il consumo è misurato in milioni di tonnellate. I dati sui prezzi sono stati rilevati dal Ministero delle Attività Produttive e si riferiscono al prezzo al consumo di 1000 litri di benzina e di gasolio per auto. Infine, il prezzo del petrolio è espresso in dollari al barile. Il campione di dati copre il periodo che va dal gennaio 1997 al dicembre 2005. Il numero di osservazioni è $n = 108$.

Le serie temporali considerate, dopo una opportuna destagionalizzazione attraverso un modello a media mobile moltiplicativo, esibiscono differenti comportamenti di trend. In particolare, come si può osservare dalla Figura 1, il consumo di benzina (CONSBSA) dopo un periodo di crescita piuttosto regolare subisce lo shock successivo all'11 settembre, per poi invertire il trend e tornare nel 2005 quasi ai livelli che mostrava prima del verificarsi dello shock.

Al contrario, il consumo del gasolio (CONSGSA) mostra un trend di crescita piuttosto regolare per tutto il periodo campionato.

L'andamento dei prezzi della benzina verde (PB) e del gasolio per auto (PG) mostra un trend piuttosto simile: prima decrescente (sino agli inizi del 1999), poi crescente (sino alla metà del 2000), poi stabile seppure con alta volatilità (sino agli inizi del 2004) ed infine di nuovo crescente. Questo comportamento così simile tra i due prezzi è dovuto principalmente alla comune relazione che questi condividono con il prezzo del petrolio.

Figura 1: Serie storiche destagionalizzate del consumo e del prezzo della benzina e del gasolio



Il prezzo del petrolio mostra un andamento simile a quello del prezzo della benzina e del prezzo del gasolio, pur sembrando piuttosto anticiparne gli effetti [15]. Infatti ogni mutamento descritto precedentemente per quanto riguarda i prezzi della benzina e del gasolio è leggermente anticipato nella serie temporale del prezzo del petrolio, illustrata nella Figura 2.

Una semplice regressione lineare tra ciascun prezzo e il prezzo del petrolio mostra quanto queste variabili siano tra loro collegate. In particolare, si riporta nella Figura 3 il grafico dei valori stimati e dei residui delle due regressioni e nella Tabella 1 e nella Tabella 2 i valori dei coefficienti stimati e l'R-quadro delle regressioni. L'output delle regressioni rivela che il prezzo del petrolio incide per circa il 21% sul prezzo della benzina e per circa il 30% sul prezzo del gasolio. In entrambi i casi i coefficienti stimati risultano particolarmente significativi. L'R-quadro delle due regressioni rivela poi che le due equazioni spiegano più del 90% del comportamento delle serie.

L'analisi così effettuata ci consiglia, pertanto, di non considerare all'interno del modello vettoriale autoregressivo la variabile del prezzo del petrolio, che è strettamente correlata alle altre due variabili.⁴

Figura 2: Prezzo del petrolio

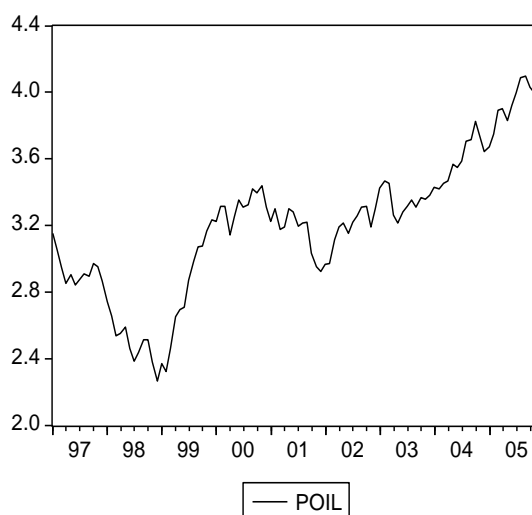
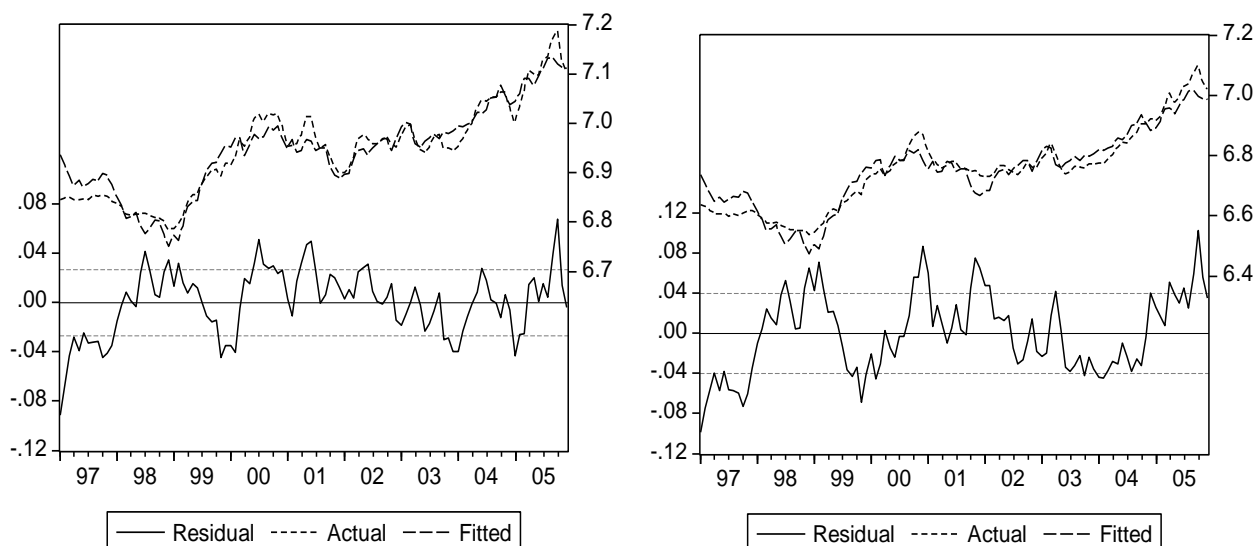


Figura 3: Relazione tra prezzo della benzina e prezzo del petrolio (sinistra) e tra prezzo del gasolio e prezzo del petrolio (destra) (actual = serie effettive; fitted = serie stimate; residual = residui)



⁴ Il coefficiente di correlazione tra il prezzo della benzina e il prezzo del petrolio è pari al 95.7%. Tra il prezzo del gasolio e il prezzo del petrolio risulta pari al 95.3%. I valori riscontrati sono superiori alle correlazioni tra i prezzi industriali riportati in [15].

Tabella 1: Regressione lineare tra prezzo della benzina e prezzo del petrolio

Dependent Variable: PB
 Method: Least Squares
 Sample: 1997:01 2005:12
 Included observations: 108

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.279804	0.019696	318.8321	0.0000
POIL	0.208229	0.006106	34.09996	0.0000
R-squared	0.916457	Mean dependent var	6.945589	
Adjusted R-squared	0.915669	S.D. dependent var	0.092883	
S.E. of regression	0.026973	Akaike info criterion	-4.369621	
Sum squared resid	0.077119	Schwarz criterion	-4.319952	
Log likelihood	237.9595	F-statistic	1162.807	
Durbin-Watson stat	0.395434	Prob(F-statistic)	0.000000	

Tabella 2: Regressione lineare tra prezzo del gasolio e prezzo del petrolio

Dependent Variable: PG
 Method: Least Squares
 Sample: 1997:01 2005:12
 Included observations: 108

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.800402	0.029397	197.3115	0.0000
POIL	0.296851	0.009114	32.57084	0.0000
R-squared	0.909158	Mean dependent var	6.749544	
Adjusted R-squared	0.908301	S.D. dependent var	0.132944	
S.E. of regression	0.040258	Akaike info criterion	-3.568681	
Sum squared resid	0.171793	Schwarz criterion	-3.519012	
Log likelihood	194.7088	F-statistic	1060.859	
Durbin-Watson stat	0.309288	Prob(F-statistic)	0.000000	

L'analisi si concentra ora sulle variabili che possono spiegare il consumo della benzina e il consumo del gasolio. Innanzitutto si osserva che il prezzo della benzina, al contrario del prezzo del gasolio, non è statisticamente significativo nello spiegare il consumo della benzina (non è stato riportato nella Tabella 3 perchè il *p-value* risulta molto inferiore al 5%). Quest'ultima, al contrario, dipende negativamente dal prezzo del gasolio e positivamente dal consumo di gasolio per auto. L'R-quadro è ancora molto elevato, tuttavia i residui mostrano una autocorrelazione talmente grande, si osservi la Figura 4, da far emergere l'idea che la regressione effettuata sia tipica di una relazione spuria.

Il consumo del gasolio, invece, mostra una dipendenza positiva sia con il consumo della benzina sia con il prezzo del gasolio, mentre non risulta dipendere dal prezzo della benzina, che nuovamente risulta statisticamente non significativo. La correlazione positiva tra prezzo e domanda non va interpretata economicamente attraverso il ricorso agli effetti reddito negativi, ma molto più semplicemente va considerato il fatto che questo non rappresenta altro che il risultato di una

semplice traslazione continua e verso l'alto della domanda di gasolio. Il consumo di gasolio per auto, pertanto, ha evidenziato un continuo trend di crescita della domanda. Come per il consumo della benzina, tuttavia, i residui hanno una notevole autocorrelazione: anche in questo caso è necessario testare la possibilità che la regressione stia confrontando due processi martingala. Per procedere con l'analisi, è opportuno verificare i test di radice unitaria sulle serie storiche e, nel caso di non stazionarietà delle serie, effettuare un test sulla presenza di cointegrazione.

Tabella 3: Stima del consumo della benzina

Dependent Variable: CONSBSA
 Method: Least Squares
 Sample: 1997:01 2005:12
 Included observations: 108

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CONSGSA	1.293247	0.099536	12.99270	0.0000
PG	-0.391054	0.109316	-3.577295	0.0005

R-squared	0.757200	Mean dependent var	6.946513
Adjusted R-squared	0.754910	S.D. dependent var	0.196424
S.E. of regression	0.097243	Akaike info criterion	-1.804871
Sum squared resid	1.002349	Schwarz criterion	-1.755202
Log likelihood	99.46305	Durbin-Watson stat	0.291290

Figura 4: Residui della stima del consumo di benzina

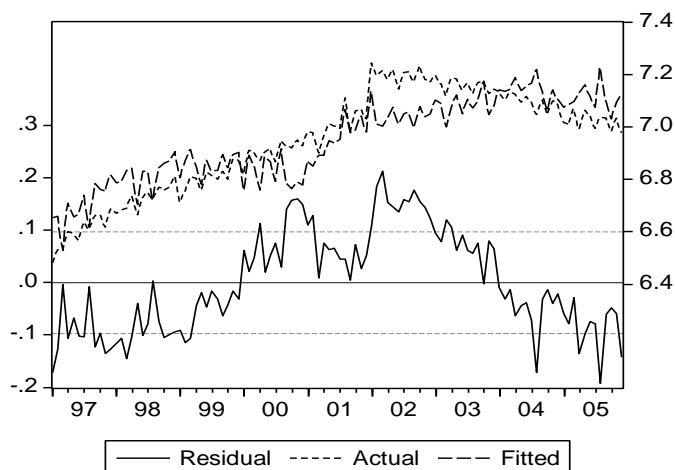
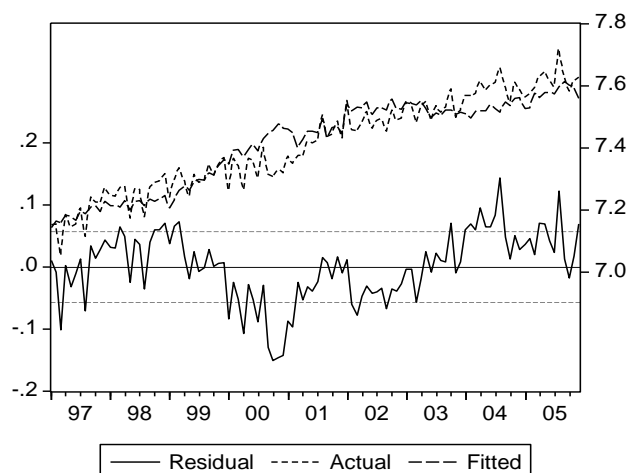


Tabella 4: Stima del consumo del gasolio

Dependent Variable: CONSGSA
 Method: Least Squares
 Sample: 1997:01 2005:12
 Included observations: 108

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PG	0.489770	0.052111	9.398667	0.0000
C	0.888190	0.279107	3.182256	0.0019
CONSBSA	0.463347	0.035270	13.13731	0.0000
R-squared	0.863214	Mean dependent var	7.412555	
Adjusted R-squared	0.860608	S.D. dependent var	0.151462	
S.E. of regression	0.056549	Akaike info criterion	-2.880044	
Sum squared resid	0.335765	Schwarz criterion	-2.805540	
Log likelihood	158.5224	F-statistic	331.3103	
Durbin-Watson stat	0.619373	Prob(F-statistic)	0.000000	

Figura 5: Residui della stima del consumo di gasolio



2.1 Test di radice unitaria ed assenza di cointegrazione: la relazione spuria tra consumo di benzina e consumo di gasolio

L'analisi ora prosegue effettuando un test Augmented Dickey-Fuller (ADF(1))⁵ sulle serie del consumo della benzina e del gasolio. Dalla Tabella 5 e dalla Tabella 6 è possibile notare che le due serie risultano verificare l'ipotesi nulla della non stazionarietà (il consumo della benzina al valore critico dell'1%, considerando l'intercetta, e al 5%, senza l'intercetta, il consumo del gasolio al 5%) quando considerate nei livelli. Viceversa, quando il test ADF viene effettuato alle differenze prime entrambe le serie mostrano stazionarietà. E' possibile allora concludere che le due serie siano

⁵ Occorre, tuttavia, notare che un test ADF con 104 dati mensili potrebbe risultare notevolmente distorto.
 Estratto da www.agenziadogane.gov.it/ufficio_studi

integrate di ordine 1 (I(1)) e che pertanto possono essere descritte come due processi stazionari alle differenze:

$$\begin{aligned} c_t^b &= c + \alpha_1 c_{t-1}^b + \alpha_2 c_{t-2}^b + \varepsilon_t^b \\ dc_t^b &= c + \alpha_1 + \alpha_2 - 1 c_{t-1}^b - \alpha_2 dc_{t-1}^b + \varepsilon_t^b \quad \text{con } \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} c_t^g &= c + \alpha_1 c_{t-1}^g + \alpha_2 c_{t-2}^g + \varepsilon_t^g \\ dc_t^g &= c + \alpha_1 + \alpha_2 - 1 c_{t-1}^g - \alpha_2 dc_{t-1}^g + \varepsilon_t^g \quad \text{con } \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \end{aligned} \quad (2)$$

La radice unitaria $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ comporta che le due serie abbiano un trend stocastico e una memoria infinita degli shock passati. L'inerzia infinita delle due serie potrebbe pertanto essere la ragione principale della particolare significatività stimata nella relazione nei livelli del consumo della benzina e del consumo del gasolio [8]. In altre parole, seguendo la procedura di Engle e Granger ([6] e [7]), la relazione tra le due serie potrebbe risultare statisticamente significativa semplicemente in quanto ne riflette il comportamento dinamico stocastico tipico di processi "random walk" (con due ritardi e a radice unitaria). I residui della regressione non risultano, infatti, stazionari (cfr. Tabella 7); le due serie del consumo della benzina e del gasolio non sono quindi cointegrate tra loro. Econometricamente si parla di regressione spuria, ossia di una relazione priva di significato. Anche il test di Johansen [10] ci induce ad accettare l'ipotesi di assenza di cointegrazione, come si osserva nell'output della Tabella 8.

Tabella 5: Test di radice unitaria ADF nei livelli e alle differenze prime sulla serie del consumo della benzina

Null Hypothesis: CONSBSA has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.232783	0.0208
Test critical values: 1% level	-3.493747	
5% level	-2.889200	
10% level	-2.581596	

Null Hypothesis: D(CONSBSA) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.62459	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.493747	
5% level	-2.889200	
10% level	-2.581596	

Tabella 6: Test di radice unitaria ADF nei livelli e alle differenze prime sulla serie del consumo del gasolio

Null Hypothesis: CONSGSA has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.697933	0.4294
Test critical values: 1% level	-3.493747	
5% level	-2.889200	
10% level	-2.581596	

Null Hypothesis: D(CONSGSA) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-18.02851	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.493747	
5% level	-2.889200	
10% level	-2.581596	

Tabella 7: Test di radice unitaria sui residui dell'equazione stimata del consumo della benzina

Null Hypothesis: RESID02 has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.399032	0.5802
Test critical values: 1% level	-3.493129	
5% level	-2.888932	
10% level	-2.581453	

Tabella 8: Test di cointegrazione di traccia tra consumo della benzina e consumo del gasolio (VECM(1))

Unrestricted Cointegration Rank Test

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None	0.125592	14.74195	15.41	20.04
At most 1	0.006172	0.650090	3.76	6.65

*(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level
 Trace test indicates no cointegration at both 5% and 1% levels

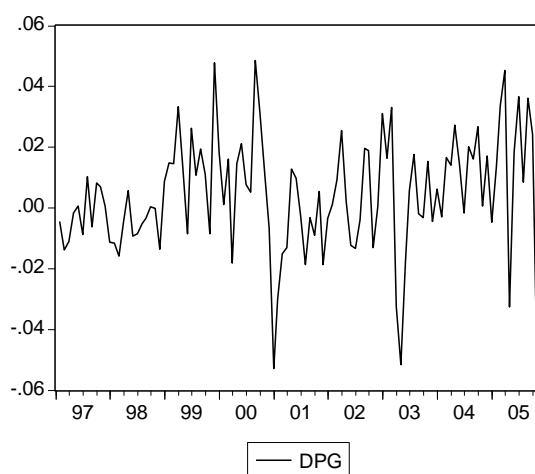
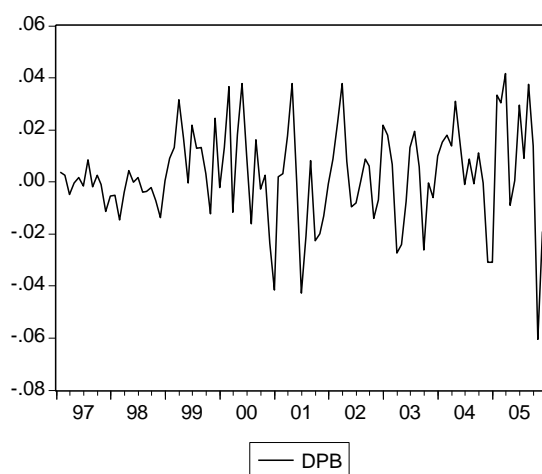
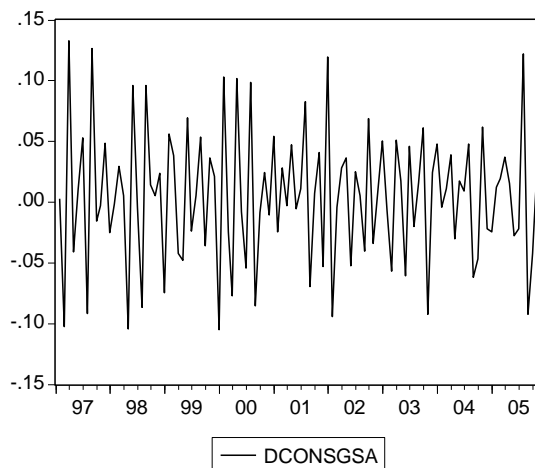
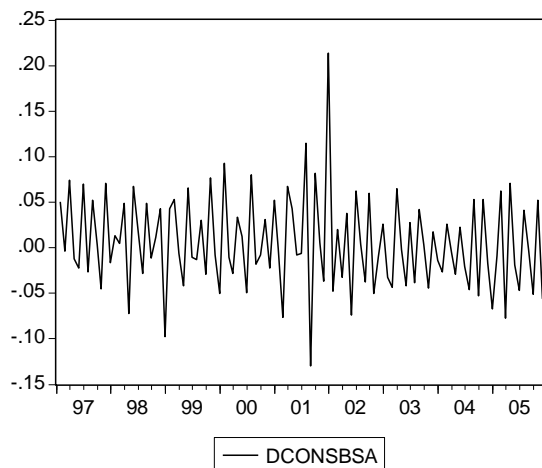
3 La stima del VAR in forma ridotta

Le serie storiche che abbiamo sin qui analizzato verranno d’ora in avanti considerate alle differenze prime, in modo tale da poter lavorare con processi stazionari. La

Figura 6 mostra come l’andamento del tasso di crescita (la differenza logaritmica equivale in prima approssimazione nel senso di Taylor al tasso di crescita) del consumo della benzina abbia subito un incremento della volatilità in corrispondenza dell’11 settembre per poi attestarsi attorno ad un livello medio leggermente inferiore a quello precedente lo shock delle “torri gemelle”. La trattazione del consumo della benzina richiede, pertanto, l’introduzione di almeno due variabili dummy: una corrispondente al mutamento successivo allo shock del settembre 2001 (d_t^1); l’altra in

grado di identificare il cambiamento strutturale corrispondente al rientro dello shock della volatilità, che continua sino ad oggi (d_t^2).

Figura 6: Grafico delle serie storiche alle differenze prime



L'analisi econometrica viene condotta, a questo punto, introducendo un modello vettoriale autoregressivo (VAR) stazionario e lineare alle differenze logaritmiche. Le variabili sono quelle sin da ora affrontate con l'aggiunta del tasso di crescita del tasso di cambio dollaro/euro (de_t) (fonte: Ministero delle Attività Produttive) e del tasso d'inflazione mensilmente destagionalizzato (dp_t) (fonte Istat⁶).⁷ Il VAR scritto in forma ridotta esprime ciascuna delle 6 variabili dipendenti in funzione delle variabili esogene, delle variabili endogene ritardate e delle variabili stocastiche. Il vettore delle variabili dipendenti y_t è allora così composto:

⁶ L'indice considerato è l'indice generale (con tabacchi) dei prezzi al consumo per l'intera collettività (NIC).

⁷ In modo più rigoroso la destagionalizzazione sarebbe opportuna all'interno del VAR stazionario attraverso variabili dummy stagionali centrate.

$$y_t = \begin{pmatrix} dp_t \\ de_t \\ dp_t^b \\ dp_t^s \\ dc_t^b \\ dc_t^s \end{pmatrix} \quad (3)$$

Il VAR(p) in forma strutturale può essere scritto nella seguente formulazione:

$$A_0 y_t = c + a_{d1}^* d_t^1 + a_{d2}^* d_t^2 + \sum_{i=1}^p A_i^* y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Premoltiplicando ciascun lato del sistema di equazioni del VAR strutturale per la matrice A_0^{-1} si ottiene il VAR(p) nella forma ridotta

$$y_t = c + a_{d1} d_t^1 + a_{d2} d_t^2 + \sum_{i=1}^p A_i y_{t-i} + u_t \quad (5)$$

dove si ha che

$$\begin{aligned} A_i &= A_0^{-1} A_i^* \\ a_{dj} &= A_0^{-1} a_{dj}^* \quad \text{con } j = 1, 2 \\ u_t &= A_0^{-1} \varepsilon_t \\ E \varepsilon_t \varepsilon_t' &= \Sigma \\ E \begin{bmatrix} A_0^{-1} \varepsilon_t & A_0^{-1} \varepsilon_t' \end{bmatrix} &= E u_t u_t' = A_0^{-1} \Sigma A_0^{-1} = \Omega \end{aligned} \quad (6)$$

dove l'apice indica la matrice trasposta. La matrice di dispersione degli shock strutturali assume, per ipotesi, una forma diagonale:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \dots & 0 \\ \dots & \ddots & \dots \\ 0 & \dots & \sigma_{mm} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Il significato di tale ipotesi è che gli shock sono tra loro indipendenti, essendo nulle le loro covarianze. Tale ipotesi è necessaria poiché solo in tal caso possiamo assegnare significato economico allo shock specifico, quindi alla simulazione stocastica degli effetti di tale shock sulle variabili del modello. Gli shock della forma strutturale si definiscono come “originari” [16]. La matrice di dispersione degli shock del VAR in forma ridotta Ω è non diagonale poiché gli shock della forma ridotta sono tra loro correlati per effetto della correlazione contemporanea tra le variabili, imposta dalla premoltiplicazione dello shock strutturale per l’inversa della matrice delle correlazioni contemporanee del VAR.

La stima del VAR in forma ridotta ne richiede innanzitutto la specificazione, ossia la definizione delle componenti deterministiche e del ritardo p . La specificazione avviene attraverso il criterio guida proposto da Hendry [11], basato sul concetto di *riduzione congruente*. La dimensione p del VAR viene sottoposta al test del rapporto di verosimiglianza, *likelihood ratio*, cioè attraverso l’utilizzo di valori successivi di log-verosimiglianza confrontandone il modello vincolato al ritardo inferiore con quello non vincolato, il quale si distribuisce come una χ_m^2 , dove m è il numero di vincoli di restrizione che si sottopongono a verifica.

Il VAR dell’equazione (5) presenta due variabili dummy e una costante. Il test del rapporto di verosimiglianza consiglia un ordine $p = 5$. Le equazioni del consumo della benzina e del consumo di gasolio nel VAR(5) in forma ridotta stimato sono riportate nella tabella seguente. La diagnostica del modello rispetta i requisiti di normalità, incorrelazione ed omoschedasticità dei residui.

Tabella 9: Equazioni del consumo della benzina e del gasolio nel VAR(5) in forma ridotta (nelle colonne sono riportate le variabili spiegate, nelle righe le variabili esplicative)

Vector Autoregression Estimates		
Sample(adjusted): 1997:07 2005:12		
Included observations: 102 after adjusting endpoints		
Standard errors in () & t-statistics in []		
	DCONSBSA	DCONSGSA
R-squared	0.821745	0.736378
Adj. R-squared	0.739076	0.614119
Sum sq. resids	0.047573	0.075685
S.E. equation	0.026258	0.033119

	DCONSBSA DCONSGSA			DCONSBSA DCONSGSA	
DPSA(-1)	3.616501 (3.19899) [1.13051]	12.09607 (4.03497) [2.99781]	DPG(-1)	-0.533411 (0.26262) [-2.03108]	-0.565883 (0.33126) [-1.70830]
DPSA(-2)	-3.482054 (3.25859) [-1.06858]	1.034220 (4.11015) [0.25163]	DPG(-2)	0.422935 (0.28888) [1.46403]	0.122992 (0.36438) [0.33754]
DPSA(-3)	2.580886 (3.23696) [0.79732]	-5.209135 (4.08287) [-1.27585]	DPG(-3)	-0.325112 (0.28317) [-1.14814]	-0.582203 (0.35716) [-1.63007]
DPSA(-4)	5.690003 (3.35264) [1.69717]	-2.976244 (4.22877) [-0.70381]	DPG(-4)	-0.094016 (0.28471) [-0.33022]	0.291314 (0.35911) [0.81121]
DPSA(-5)	-1.904265 (3.29826) [-0.57735]	-1.128998 (4.16018) [-0.27138]	DPG(-5)	-0.664393 (0.27215) [-2.44131]	-0.316250 (0.34326) [-0.92130]
DEX(-1)	-0.088096 (0.28352) [-0.31072]	0.306404 (0.35761) [0.85681]	DCONSBSA(-1)	-1.188941 (0.10238) [-11.6131]	-0.526587 (0.12913) [-4.07784]
DEX(-2)	-0.017627 (0.30152) [-0.05846]	0.467731 (0.38031) [1.22986]	DCONSBSA(-2)	-0.786490 (0.12556) [-6.26410]	-0.484442 (0.15837) [-3.05901]
DEX(-3)	-0.153650 (0.30267) [-0.50765]	-0.794063 (0.38177) [-2.07998]	DCONSBSA(-3)	-0.381906 (0.12133) [-3.14772]	-0.163756 (0.15303) [-1.07006]
DEX(-4)	0.197705 (0.29748) [0.66460]	0.385824 (0.37522) [1.02827]	DCONSBSA(-4)	-0.195415 (0.11215) [-1.74246]	0.018507 (0.14146) [0.13083]
DEX(-5)	-0.242837 (0.29158) [-0.83284]	0.127901 (0.36777) [0.34777]	DCONSBSA(-5)	-0.303752 (0.10157) [-2.99071]	-0.017999 (0.12811) [-0.14050]
DPB(-1)	0.403303 (0.30437) [1.32504]	0.280451 (0.38391) [0.73051]	DCONSGSA(-1)	0.030059 (0.10320) [0.29128]	-0.701514 (0.13016) [-5.38947]
DPB(-2)	-0.336072 (0.32873) [-1.02235]	-0.126062 (0.41463) [-0.30403]	DCONSGSA(-2)	-0.250866 (0.12482) [-2.00987]	-0.581382 (0.15744) [-3.69284]
DPB(-3)	0.540449 (0.35914)	0.749222 (0.45300)	DCONSGSA(-3)	-0.098763 (0.13369)	-0.005708 (0.16862)

	[1.50482]	[1.65392]		[-0.73876]	[-0.03385]
DPB(-4)	-0.076395 (0.34302) [-0.22271]	-0.297939 (0.43266) [-0.68862]	DCONSGSA(-4)	-0.195187 (0.12238) [-1.59495]	0.037787 (0.15436) [0.24480]
DPB(-5)	0.239861 (0.29644) [0.80914]	0.018330 (0.37391) [0.04902]	DCONSGSA(-5)	0.109663 (0.09749) [1.12481]	0.160285 (0.12297) [1.30343]
C	0.025442 (0.01129) [2.25249]	0.017883 (0.01425) [1.25526]			
DPOSTSET	-0.046981 (0.00810) [-5.80349]	-0.020801 (0.01021) [-2.03717]			
D11SET	0.140253 (0.01994) [7.03443]	0.034863 (0.02515) [1.38631]			

Dalla stima dei coefficienti del VAR e dal valore della t di Student è possibile osservare innanzitutto la significatività delle variabili esogene, con particolare riguardo alle variabili dummy introdotte, le quali consentono il raggiungimento di un valore dell'R-quadro in grado di spiegare all'incirca l'82% del comportamento del tasso di crescita della benzina e il 74% del tasso di crescita del consumo di gasolio, valori particolarmente elevati in un VAR alle differenze logaritmiche, piuttosto che ai livelli. Lo shock che si è verificato successivamente al settembre 2001 sembra aver colpito in modo rilevante (tra il 5% e il 14%) il tasso di crescita del consumo della benzina, ma anche, in maniera più debole (tra il 2% e il 3.5%), il tasso di crescita del consumo di gasolio.

L'equazione del tasso di crescita del consumo della benzina mostra una notevole significatività del prezzo del gasolio e dei consumi di benzina e gasolio, mentre il prezzo della benzina, l'inflazione e il tasso di cambio non risultano particolarmente significativi. Il tasso di crescita del consumo di gasolio subisce la significatività di tutte le variabili ritardate, con particolare importanza del consumo di benzina e di gasolio. Il tasso di cambio e l'inflazione sono discretamente rilevanti nell'equazione del consumo di gasolio, ma soprattutto incidono nella determinazione dei prezzi della benzina e del gasolio, le cui equazioni all'interno del VAR stimato in forma ridotta non sono state riportate per semplicità nella trattazione.

4 Test di Granger-non causalità

Il VAR(5) in forma ridotta può essere riscritto inserendo il ritardo p nell'equazione (5)

$$\begin{pmatrix} dp_t \\ de_t \\ dp_t^b \\ dp_t^g \\ dc_t^b \\ dc_t^g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{61} & \dots & a_{63} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ d_t^1 \\ d_t^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{1,11} & \dots & a_{1,16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{1,61} & \dots & a_{1,66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dp_{t-1} \\ de_{t-1} \\ dp_{t-1}^b \\ dp_{t-1}^g \\ dc_{t-1}^b \\ dc_{t-1}^g \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} a_{5,11} & \dots & a_{5,16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{5,61} & \dots & a_{5,66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dp_{t-5} \\ de_{t-5} \\ dp_{t-5}^b \\ dp_{t-5}^g \\ dc_{t-5}^b \\ dc_{t-5}^g \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1,t} \\ u_{2,t} \\ \dots \\ u_{6,t} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Al fine di analizzare meglio la relazione esistente tra le variabili è utile introdurre il concetto di Granger non causalità (GNC), che propone una definizione di causalità centrata sulla struttura correlativa dei ritardi [9]. In ambiente VAR l'ipotesi nulla di GNC di una variabile rispetto ad un'altra variabile è verificabile attraverso test basati sulla log-verosimiglianza (test χ^2). Essa è accettata se i ritardi della variabile la cui causalità viene posta a verifica non sono nell'insieme significativi, cioè non aiutano a predire la variabile di interesse.

Considerando il VAR(5) della (8), possiamo, per esempio, mostrare il test di Granger-non causalità della variabile dp_t^b sulla variabile dc_t^b : ciò equivarrebbe a compiere un test *likelihood ratio* (LR) sulla seguente ipotesi nulla:

$$H_o : a_{1,53} = a_{2,53} = a_{3,53} = a_{4,53} = a_{5,53} = 0$$

Nel caso, infatti, in cui l'ipotesi nulla non venisse rifiutata la variabile del consumo di benzina non dipenderebbe dalle variabili ritardate del prezzo della benzina e quest'ultimo risulterebbe ininfluenza nella previsione del consumo.⁸ In alternativa si potrebbe dire che la conoscenza della variazione del prezzo della benzina non aiuti nello stabilire la variazione futura del consumo.

⁸ Il concetto di Granger non causalità (GNC) fa riferimento ad uno schema di collocazione temporale dei rapporti di causa effetto. Tale concetto perde rilevanza, tuttavia, se si considera un nesso di causalità in presenza di aspettative sul futuro; la causalità potrebbe essere *forward looking* anziché *backward looking*.

Tabella 10: Test di GNC

VAR Pairwise Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1997:01 2005:12

Included observations: 102

Dependent variable: DPSA

Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DEX	3.592406	5	0.6095
DPB	1.472954	5	0.9162
DPG	1.958812	5	0.8548
DCONSBSA	3.751221	5	0.5858
DCONSGSA	6.032245	5	0.3031
All	16.75118	25	0.8906

Dependent variable: DPG

Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DPSA	9.645760	5	0.0859
DEX	4.730155	5	0.4497
DPB	5.738357	5	0.3325
DCONSBSA	10.94809	5	0.0524
DCONSGSA	3.677743	5	0.5967
All	35.14153	25	0.0857

Dependent variable: DEX

Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DPSA	3.155934	5	0.6760
DPB	12.90699	5	0.0243
DPG	5.326120	5	0.3774
DCONSBSA	1.925430	5	0.8594
DCONSGSA	6.682679	5	0.2453
All	28.02963	25	0.3065

Dependent variable: DCONSBSA

Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DPSA	7.368510	5	0.1946
DEX	1.180920	5	0.9467
DPB	3.667504	5	0.5982
DPG	12.53968	5	0.0281
DCONSGSA	12.48360	5	0.0287
All	39.91776	25	0.0297

Dependent variable: DPB

Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DPSA	10.82123	5	0.0550
DEX	12.24653	5	0.0316
DPG	14.72901	5	0.0116
DCONSBSA	13.28169	5	0.0209
DCONSGSA	3.618405	5	0.6056
All	51.88165	25	0.0012

Dependent variable: DCONSGSA

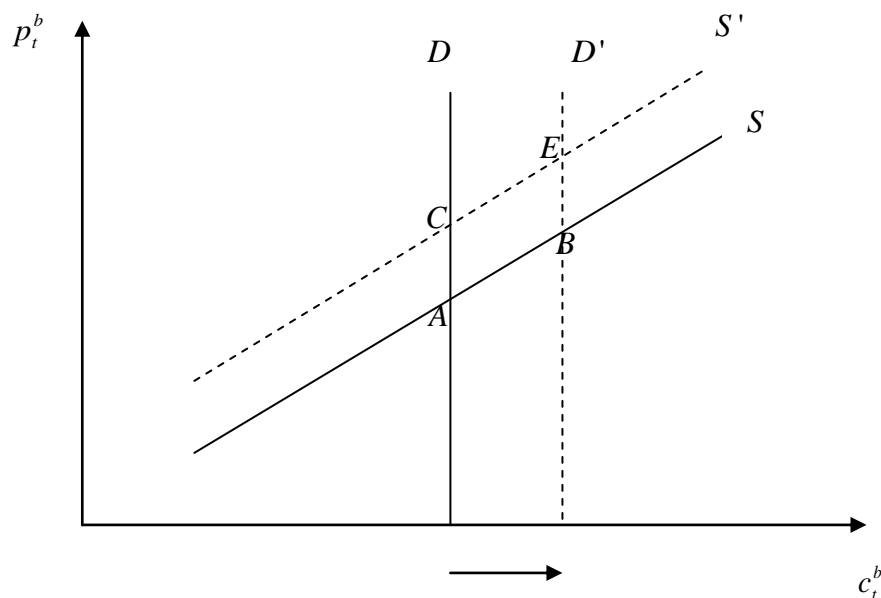
Exclude	Chi-sq	df	Prob.
DPSA	10.04845	5	0.0739
DEX	8.191636	5	0.1460
DPB	3.912403	5	0.5621
DPG	5.901527	5	0.3159
DCONSBSA	17.61444	5	0.0035
All	47.92476	25	0.0038

La Tabella 10 sopra riportata illustra i risultati del test di Wald per analizzare i nessi di causalità nel senso di Granger. Come era lecito attendersi, l'inflazione non è causalmente spiegata da nessuna delle variabili, essendo il modello impostato per analizzare altri fenomeni in cui, cioè, l'andamento del livello generale dei prezzi gioca un ruolo indiretto (attraverso la sua capacità di spiegare le altre variabili dipendenti). Molto interessante risulta il test per il tasso di cambio, dove si nota che il prezzo della benzina (in virtù della sua correlazione con il prezzo del petrolio) è causale nel senso di Granger. Seppure, dunque, anche per il tasso di cambio, alla stessa stregua dell'inflazione, il modello risulti assolutamente insufficiente, non essendo previste variabili rilevanti come il tasso d'interesse o la bilancia dei pagamenti, ecc., si può osservare la stretta relazione che intercorre tra le variabili che meglio riflettono le variazioni del prezzo del petrolio e il tasso di cambio tra euro e dollaro.

L'analisi che a noi interessa principalmente riguarda, però, i prezzi e i consumi di benzina e gasolio. Alcune conclusioni dei test sono piuttosto complesse ed invitano ad una attenta riflessione. In particolare, spesso ci si sofferma in ambito istituzionale e accademico sul carattere anelastico del consumo di benzina rispetto al prezzo, ma noi troviamo anche altre relazioni di causalità meritevoli di essere evidenziate. Se infatti il test di GNC conferma che il prezzo della benzina non causa il consumo, si può osservare che lo stesso non può dirsi per il prezzo del gasolio e per il consumo del gasolio. Esiste dunque una relazione causale tra queste variabili; la successiva analisi delle funzioni di risposta all'impulso sarà in grado di delineare la dinamica qualitativa e quantitativa di questa relazione.

Tale non-causalità del prezzo della benzina sul consumo, inoltre, non vale sul versante opposto: il consumo della benzina causa il prezzo della benzina. L'intuizione alla base di tale risultato potrebbe derivare dalla forte rigidità della domanda di benzina. L'interpretazione di tale risultato potrebbe essere illustrata (in modo non rigoroso ma efficace) attraverso un'analisi di statica comparata. La Figura 7 illustra le conseguenze dello spostamento della domanda e dell'offerta nel mercato della benzina. Uno shock di tipo petrolifero od anche di tipo fiscale induce una traslazione dell'offerta della benzina verso l'alto, da S ad S' . Il passaggio dal punto A al punto C, tuttavia, non corrisponde ad un incremento del consumo della benzina; di conseguenza il prezzo della benzina non sembra causare il comportamento d'equilibrio del consumo. Viceversa, uno spostamento della domanda da D a D' comporta un innalzamento del consumo della benzina, ma al tempo stesso un mutamento verso l'alto, dal punto A al punto B, del prezzo della benzina; di conseguenza il consumo della benzina causa il prezzo d'equilibrio.

Figura 7: Equilibrio nel mercato della benzina



I risultati che riguardano il mercato del gasolio sono estremamente più complessi. Il prezzo del gasolio non sembra causato in modo significativo da nessuna delle variabili, mentre il consumo del gasolio è molto spiegato dal consumo della benzina. Il consumo della benzina sembra agire sul consumo di gasolio, esattamente come valeva il viceversa. Se tra queste due variabili sussista una relazione negativa o positiva, se si tratti quindi di sostituibilità o di complementarietà, verrà analizzato nelle sezioni successive assieme all'analisi delle funzioni di risposta all'impulso.

I test di GNC risultano poco efficaci nel distinguere chiaramente le principali relazioni tra le variabili. Al pari del test t sui coefficienti stimati, questi risultano asimmetricamente sbilanciati verso l'ipotesi nulla e ciò è particolarmente vero in caso di elevato standard error. In questo senso variabili molto volatili come il prezzo del gasolio e il consumo di gasolio risultano poco interpretabili con la Tabella 10. La decomposizione della varianza dell'errore predittivo, illustrata nella sezione 6, è più indicata per l'analisi tra le interrelazioni delle variabili.

5 Dal VAR in forma ridotta al VAR in forma strutturale: le funzioni di *impulse-response*

La tecnica della simulazione stocastica consiste nella soluzione del modello sotto ipotesi di shock sull'unica componente esogena: gli errori. Il VAR stazionario viene invertito in una rappresentazione VMA a termini infiniti. Tale rappresentazione è particolarmente utile dal punto di vista economico poiché consente la verifica dell'effetto di uno shock alla variabile j -esima sulla variabile i -esima. Tuttavia, ai fini della nostra analisi, il sistema dato dalla (8) non è particolarmente utile poiché gli shock del VAR non risultano ortogonali tra loro, come si può notare dalla non diagonalità della matrice di dispersione nella (6). In altre parole, facendo riferimento alle equazioni sul prezzo della benzina e del gasolio, solamente gli shock strutturali, cioè ortogonali a tutti gli altri shock del sistema, possono essere interpretati come variazioni di policy sul livello di tassazione; diversamente avremo funzioni di risposta a shock che colpiscono diverse equazioni del modello originario e quindi interpretabili in modo non univoco. Un'analisi di risposta all'impulso applicata sul modello VAR in forma strutturale, anziché sul VAR in forma ridotta, consente di studiare il comportamento delle variabili di fronte a cambiamenti esogeni della politica fiscale, che corrispondono nel nostro modello agli impulsi sugli shock delle equazioni strutturali dei prezzi della benzina e del gasolio. Occorre, dunque, trasformare il VAR in forma ridotta in un VAR in forma strutturale. Per tornare al sistema della (5) occorre risolvere il problema dell'identificazione. Il passaggio dalla forma ridotta alla forma strutturale richiede l'imposizione di $6^2 = 36$ restrizioni per avere l'esatta identificazione. Un metodo comunemente utilizzato in econometria è quello della decomposizione di Cholesky, caso particolare della fattorizzazione triangolare. Esso consiste nella diagonalizzazione della matrice di dispersione delle varianze e covarianze, la cui simmetria implica $6*5 / 2 = 15$ restrizioni.

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \omega_{11} & \dots & \mathbf{0} \\ \dots & \ddots & \dots \\ \mathbf{0} & \dots & \omega_{66} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Le altre 21 restrizioni si applicano alla matrice A_0 della forma strutturale (4). In particolare si ha:

$$A_0 y_t = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,31} & a_{0,32} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,41} & a_{0,42} & a_{0,43} & 1 & 0 & 0 \\ a_{0,51} & a_{0,52} & a_{0,53} & a_{0,54} & 1 & 0 \\ a_{0,61} & a_{0,62} & a_{0,63} & a_{0,64} & a_{0,65} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dp_t \\ de_t \\ dp_t^b \\ dp_t^g \\ dc_t^b \\ dc_t^g \end{pmatrix} \quad (10)$$

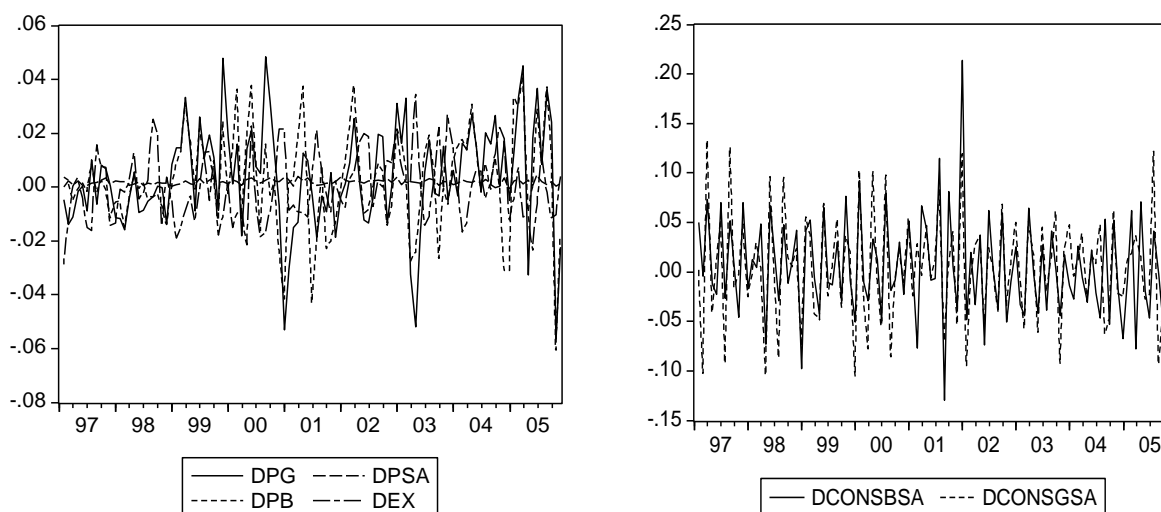
La triangolarità della matrice A_0 può essere interpretata nel seguente modo: l'inflazione è spiegata nel breve periodo solo da shock sull'inflazione stessa; il tasso di cambio dipende sia da se stesso che dall'inflazione; gli shock sul prezzo della benzina, sul tasso di cambio, sull'inflazione influenzano il comportamento di breve periodo del prezzo della benzina, e così via. Per una maggiore comprensione specifichiamo, ipotizzando che al tempo $t = 1$ si verifichi uno shock sulle variabili del sistema, quali saranno gli effetti contemporanei. In formule:

$$\begin{pmatrix} dp_t \\ de_t \\ dp_t^b \\ dp_t^g \\ dc_t^b \\ dc_t^g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,31} & a_{0,32} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{0,41} & a_{0,42} & a_{0,43} & 1 & 0 & 0 \\ a_{0,51} & a_{0,52} & a_{0,53} & a_{0,54} & 1 & 0 \\ a_{0,61} & a_{0,62} & a_{0,63} & a_{0,64} & a_{0,65} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{p,1} \\ u_{e,1} \\ u_{p^b,1} \\ u_{p^g,1} \\ u_{c^b,1} \\ u_{c^g,1} \end{pmatrix} + \dots = \begin{pmatrix} u_{p,1} \\ a_{0,21}u_{p,1} + u_{e,1} \\ \dots \\ a_{0,61}u_{p,1} + a_{0,62}u_{e,1} + a_{0,63}u_{p^b,1} + a_{0,64}u_{p^g,1} + a_{0,65}u_{c^b,1} + u_{c^g,1} \end{pmatrix} + \dots \quad (11)$$

Questo tipo di restrizioni sono in linea con lo studio delle serie storiche considerate. In altre parole, la triangolarizzazione effettuata consente di aggiungere gli shock man mano che si considerano le variabili maggiormente volatili, che mostrano, cioè, una deviazione standard più alta. Siccome nel breve periodo le variabili con maggiore volatilità devono recepire più shock rispetto a quelle con minore volatilità le restrizioni imposte nella (10) sono coerenti con l'osservazione dei dati empirici, indipendentemente da una interpretazione economica sottostante. Comunque la teoria

economica offre una valida conferma delle nostre restrizioni di breve periodo: infatti i prezzi sono interpretabili come delle variabili di offerta rispetto ai consumi che sono, viceversa, elementi della domanda, con un maggior impatto nel breve periodo; l'inflazione è la variabile meno volatile e, pertanto, necessariamente spiegabile nel breve periodo dagli shock su se stessa; il prezzo del gasolio è maggiormente volatile rispetto al prezzo della benzina, che risente quasi esclusivamente dei fattori legati al prezzo del petrolio, al tasso di cambio e in generale alle quotazioni internazionali; per ragioni non molto diverse, il consumo del gasolio è maggiormente volatile rispetto al consumo della benzina (anche perché molto sensibile alle variazioni congiunturali degli ordinativi, per quanto riguarda il gasolio per autotrasporto, *ndr*). Le matrici (9) e (10) ci consentono quindi il passaggio al Structural-VAR (SVAR) in modo coerente sia con le osservazioni empiriche del comportamento delle serie temporali, sia con la teoria economica che distingue tra componenti di domanda e componenti di offerta.

Figura 8: Volatilità dei prezzi della benzina (DPB) e del gasolio (DPG), del tasso di cambio (DEX) e dell'inflazione (DPSA); dei consumi della benzina (DCONSBSA) e del gasolio (DCONSGSA).



La sezione 5 analizza le funzioni di *impulse-response*, cioè le reazioni del sistema a perturbazioni delle sue equazioni: distinguiamo le simulazioni del VAR nella forma ridotta, quindi trainate da shock delle variabili correlati tra loro, da quelle che si ottengono in uno SVAR, cioè attraverso shock ortogonali tra loro.

5.1 Le funzioni generalizzate di impulse-response: una possibile simulazione di uno shock petrolifero

Data la validità delle condizioni di invertibilità, il VAR della (5) è invertibile in una rappresentazione VMA a termini infiniti:

$$\begin{aligned}
 y_t &= c + a_{d1}d_t^1 + a_{d2}d_t^2 + A_1y_{t-1} + A_2y_{t-2} + \dots + A_5y_{t-5} + u_t \\
 y_t - c - a_{d1}d_t^1 - a_{d2}d_t^2 - A_1y_{t-1} - A_2y_{t-2} - \dots - A_5y_{t-5} &= u_t \\
 I_5 - A_1L - A_2L^2 - \dots - A_5L^5 \quad y_t &= u_t + c + a_{d1}d_t^1 + a_{d2}d_t^2 \\
 A L \quad y_t &= u_t + \dots \\
 y_t &= A^{-1} L u_t + \dots = \Phi(L)u_t + \dots \\
 y_t &= \Phi_0u_t + \Phi_1u_{t-1} + \Phi_2u_{t-2} + \dots + \Phi_su_{t-s} + \dots \quad \text{con } \Phi_0 = I_5
 \end{aligned} \tag{12}$$

La rappresentazione (12) VMA consente la verifica dell'effetto di uno shock della variabile j -esima sulla variabile i -esima del VAR, fornendo, in altri termini, le funzioni di risposta all'impulso (*Impulse Response Function* –IRF-).

Considerando, ad esempio, la simulazione della risposta al tempo futuro $t+s$ causata da uno shock al tempo t , risulta:

$$y_{t+s} = \Phi_s u_t \tag{13}$$

Quando $t=0$ (oggi) e $s=48$ (4 anni) ogni elemento della generica matrice Φ_s è un moltiplicatore dinamico, valutato all'orizzonte s , nel senso che contiene le derivate parziali delle variabili del VAR rispetto alle innovazioni (shock). Così si ottiene che:

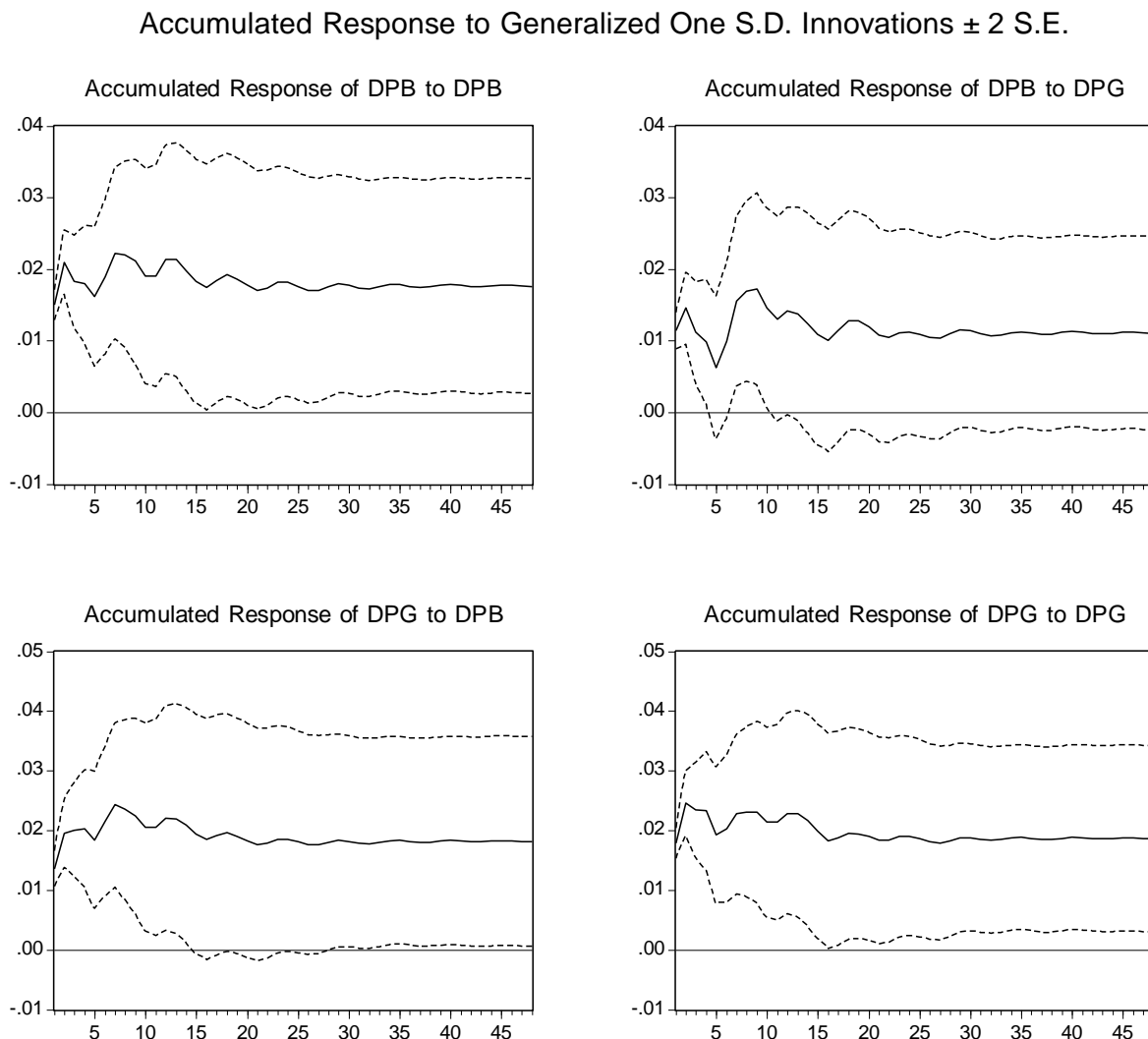
$$\Phi_{48} = \frac{\partial y_{48}}{\partial u_0} \tag{14}$$

illustra il valore delle variabili tra quattro anni dopo uno shock verificatosi oggi, alla stessa stregua dei moltiplicatori d'impatto keynesiani.

Ad un primo stadio dell'analisi è possibile verificare il risultato di tale simulazione utilizzando il modello VAR originariamente stimato nella forma ridotta. Come sappiamo, in tal caso, le innovazioni nelle variabili sono correlate tra loro. Una innovazione sul prezzo della benzina è di conseguenza correlata, per esempio, con quella concernente il prezzo del gasolio. Uno shock che influenzi tali variabili potrebbe essere il prezzo del petrolio che, come abbiamo visto precedentemente, è un fondamentale regressore dei prezzi della benzina e del gasolio. Per questa ragione la nostra simulazione "generalizzata" potrebbe essere interpretata come una previsione del comportamento delle variabili di fronte ad uno shock petrolifero.

Il risultato della Figura 9 mostra come uno shock di tipo petrolifero abbia un effetto di tipo inflattivo.

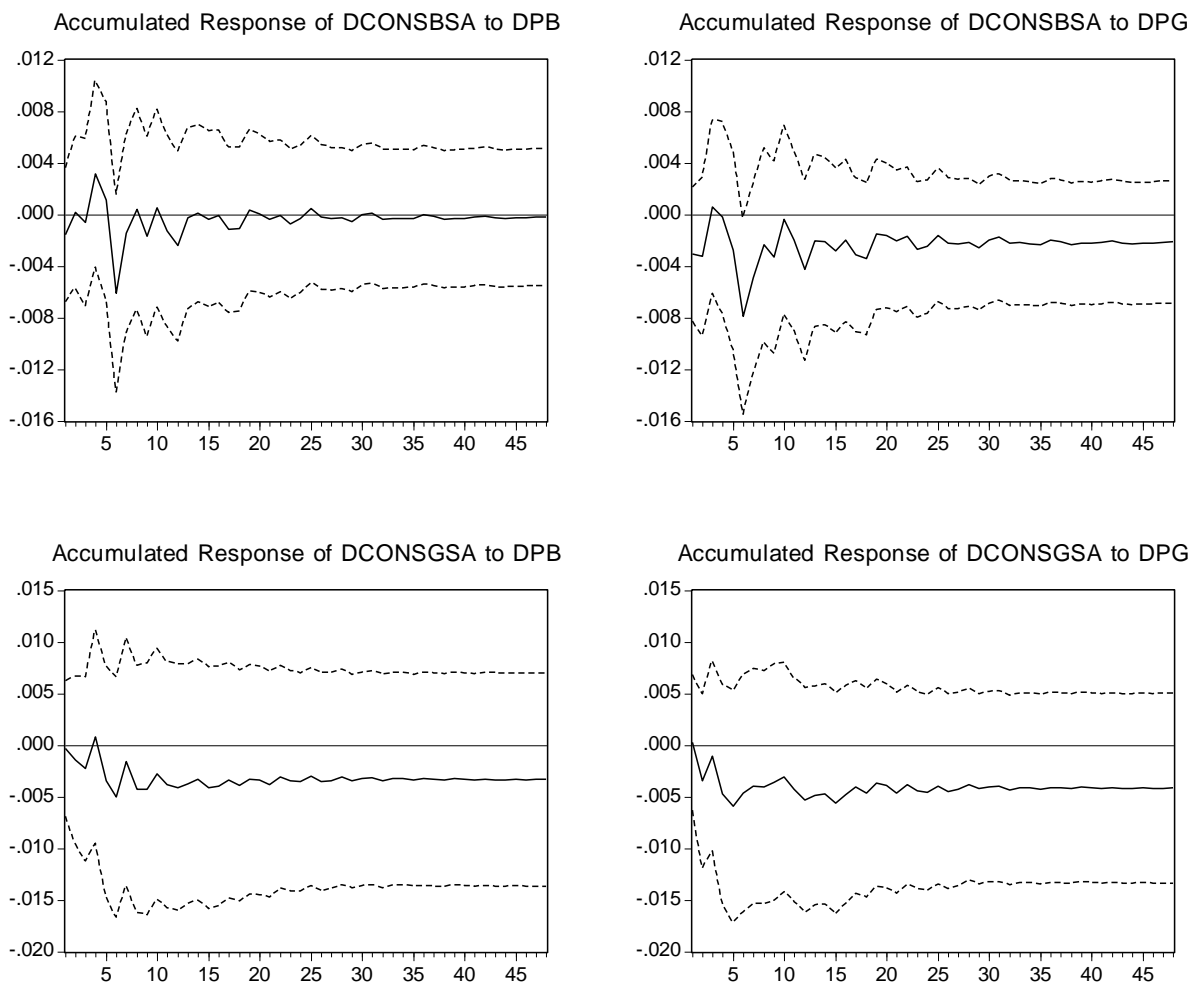
Figura 9: IRF cumulata del prezzo della benzina e del gasolio di fronte ad uno shock di un punto di deviazione standard del prezzo della benzina (sinistra) e del prezzo del gasolio (destra). E' riportato l'intervallo di confidenza di circa il 95%.



Molto interessante è valutare l'effetto qualitativo di tali shock sui consumi della benzina e del gasolio (cfr. Figura 10). In particolare, emerge immediatamente una conferma di quanto riportato nella Figura 7 sull'effetto di una traslazione in alto a sinistra dell'offerta di benzina. L'effetto sul consumo della benzina di uno shock restrittivo dell'offerta è molto poco significativo sia in termini quantitativi che qualitativi. Di qui una conferma della rigidità della domanda di benzina. Viceversa, lo shock petrolifero si riflette sul prezzo del gasolio e ne riduce in modo significativo la quantità scambiata in equilibrio, non essendo la domanda di gasolio caratterizzata da una altrettanto forte rigidità rispetto al prezzo.

Figura 10: IRF cumulata del consumo della benzina e del gasolio di fronte ad uno shock di un punto di deviazione standard del prezzo della benzina (sinistra) e del prezzo del gasolio (destra). E' riportato l'intervallo di confidenza di circa il 95%.

Accumulated Response to Generalized One S.D. Innovations ± 2 S.E.



5.2 Le funzioni di impulse-response in un modello SVAR: simulazioni di policy

L'analisi si concentra ora sulle simulazioni in un VAR in forma strutturale. Avendo imposto la fattorizzazione triangolare, si ha che:

$$\begin{aligned}
 A_0 y_t &= c + a_{d1} d_t^1 + a_{d2} d_t^2 + A_1^* y_{t-1} + A_2^* y_{t-2} + \dots + A_5^* y_{t-5} + \varepsilon_t \\
 A_0 - A_1^* L - A_2^* L^2 - \dots - A_5^* L^5 \quad y_t &= \varepsilon_t + c + a_{d1} d_t^1 + a_{d2} d_t^2
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Utilizzando le relazioni della (6) si ha che la rappresentazione VMA della forma strutturale può essere così scritta:

$$\begin{aligned}
 A_0 \quad I_5 - A_1 L - A_2 L^2 - \dots - A_5 L^5 \quad y_t &= A_0 u_t + A_0 \quad c + a_{d1} d_t^1 + a_{d2} d_t^2 \\
 y_t &= A_0^{-1} A^{-1} \quad L \quad A_0 u_t + A_0^{-1} A^{-1} \quad L \quad A_0 \quad c + a_{d1} d_t^1 + a_{d2} d_t^2 \\
 y_t &= \left[A_0^{-1} \Phi \right] \quad L \quad A_0 u_t + \dots \\
 y_t &= \left[A_0^{-1} \Phi \right] \quad L \quad \varepsilon_t + \dots
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

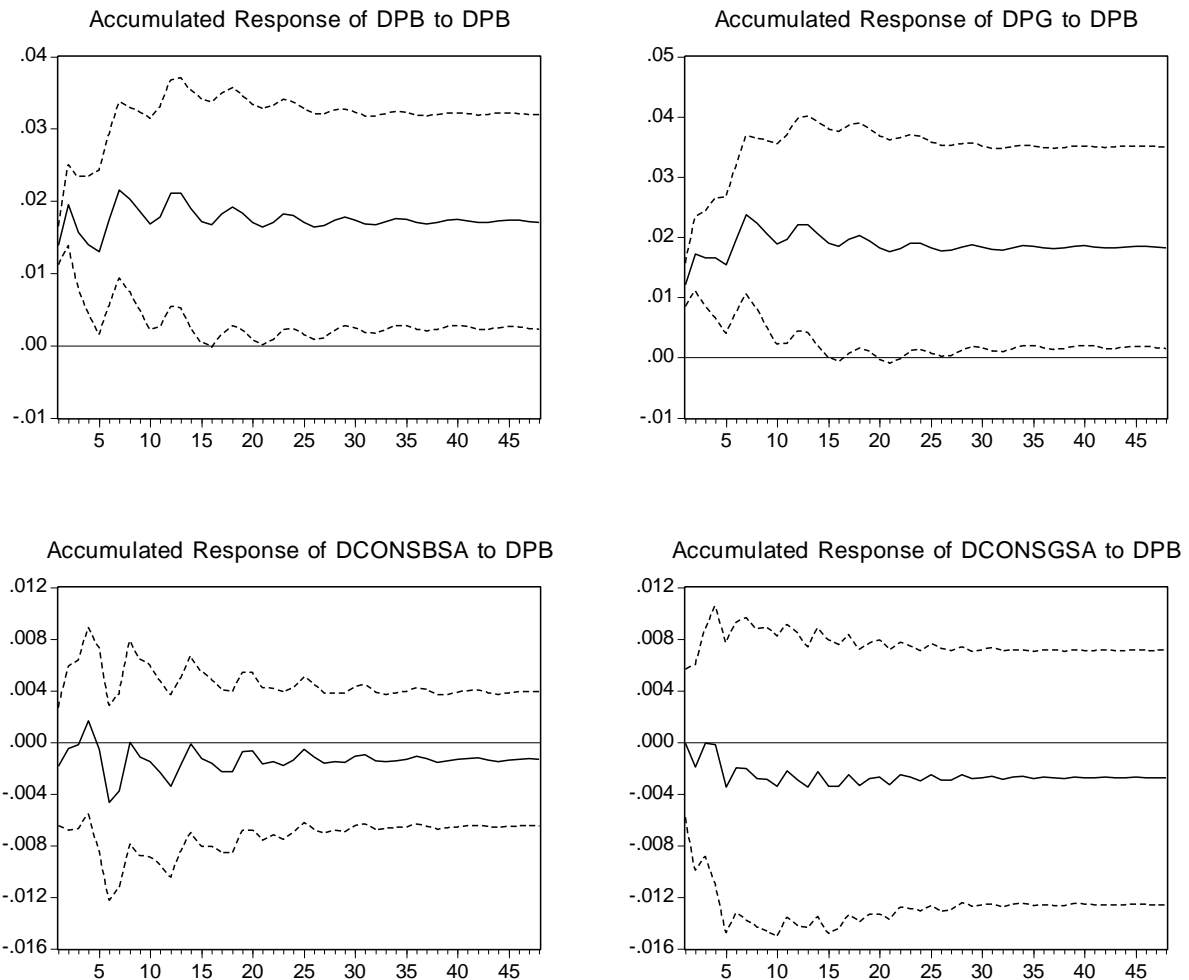
espressa, cioè, in funzione della matrice triangolare inferiore delle correlazioni contemporanee e delle matrici dei coefficienti della forma ridotta. La rappresentazione VMA mostra chiaramente che, data la struttura triangolare inferiore di A_0 , uno shock alla prima variabile del VAR, tasso d'inflazione, ha effetti contemporanei su tutte le variabili del sistema, mentre uno shock all'ultima variabile del sistema, consumo di gasolio, non ha effetti su nessuna delle altre variabili del sistema.

Dopo aver effettuato la decomposizione triangolare, attraverso la (16), si conoscono tutte le matrici necessarie per effettuare una simulazione di *impulse-response*. Questa volta, tuttavia, gli shock ε_t , a differenza dei precedenti u_t , sono ortogonali tra loro. Dal punto di vista economico ciò ha una importanza enorme dal momento che ci consente di interpretare le innovazioni come inerenti esclusivamente alla variabile di riferimento. Così, ad esempio, uno shock sul prezzo della benzina non è più correlato con lo shock sul prezzo del gasolio. Un mutamento di policy, come può essere la variazione di una accisa sulla benzina, per definizione deve essere incorrelato con una variazione dell'accisa sul gasolio. Di qui la possibilità di interpretare gli shock ortogonali dello SVAR come mutamenti di policy.

E' interessante osservare nella Figura 11 il comportamento delle principali variabili di nostro interesse ad una variazione del prezzo della benzina, interpretabile, per le ragioni suddette, come un incremento dell'accisa sulla benzina.

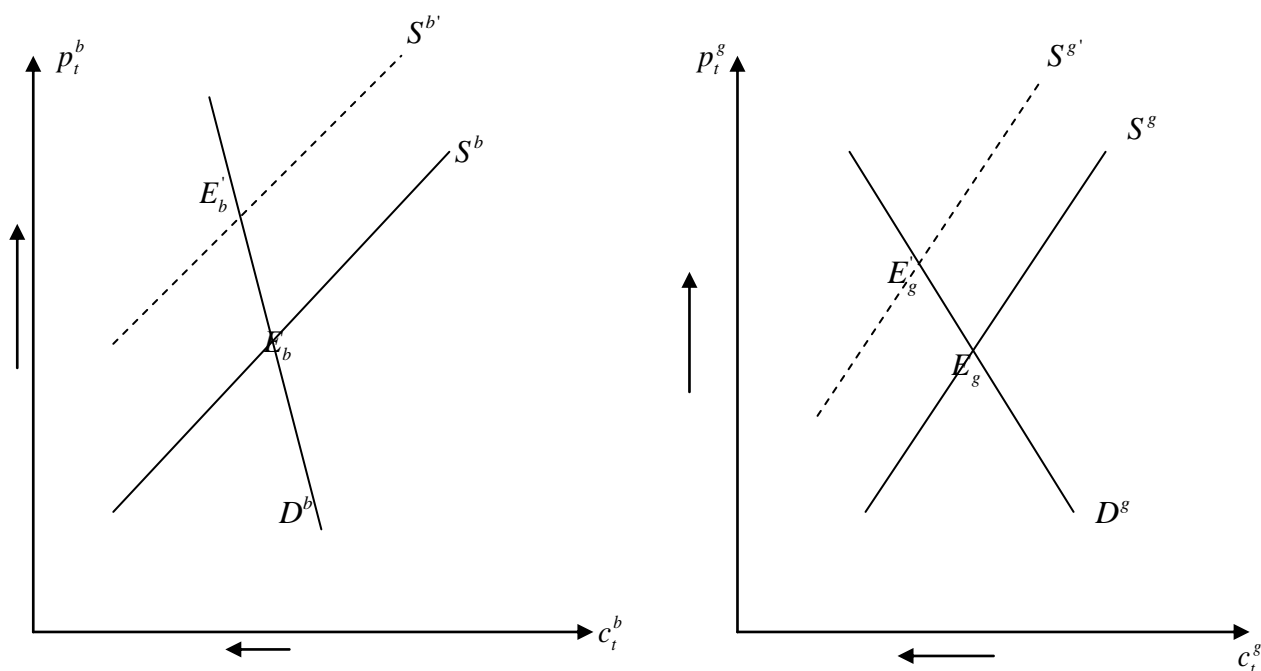
Figura 11: IRF cumulata dei prezzi (sopra) e dei consumi (sotto) della benzina e del gasolio di fronte ad uno shock di un punto di deviazione standard del prezzo della benzina. E' riportato l'intervallo di confidenza di circa il 95%.

Accumulated Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Per tentare di capire meglio il comportamento delle variabili è utile rappresentare i due mercati, gasolio e benzina, con l'ausilio delle curve di domanda e di offerta.

Figura 12: Effetti di una accisa sulla benzina

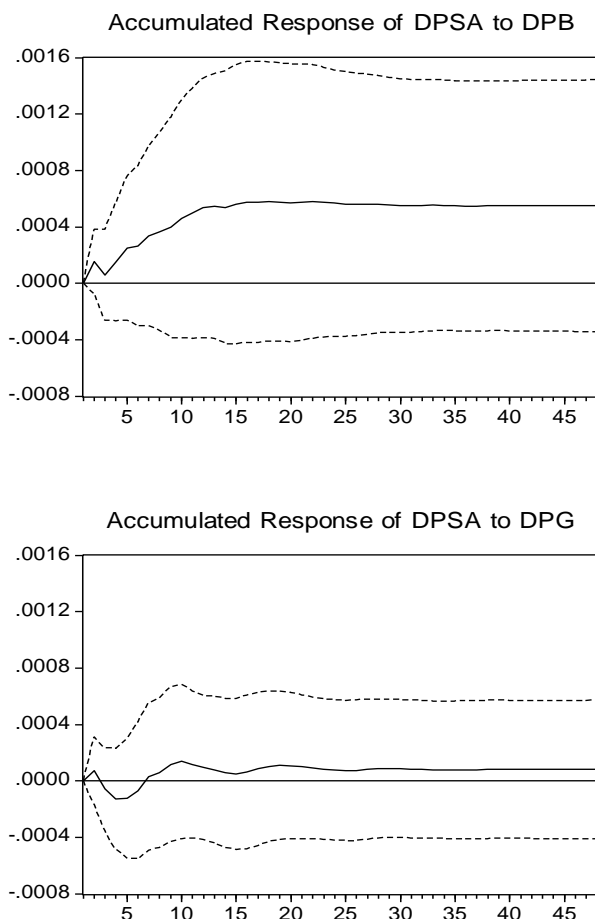


La Figura 12 è in grado di offrire una spiegazione teorica ai risultati ottenuti nelle IRF della Figura 11. Un impulso al prezzo della benzina induce una restrizione dell'offerta S^b della benzina. Il nuovo punto di equilibrio E_b' corrisponde ad un incremento del prezzo finale e ad una flessione leggera del consumo di equilibrio, almeno nel breve periodo. Nel lungo periodo, viceversa, il consumo della benzina diminuisce, seppure dello 0.12% soltanto. La rigidità della domanda di benzina viene confermata, seppure in misura inferiore a quanto avveniva nel caso degli shock non ortogonali. Un effetto immediato di questo risultato è l'enorme impatto che uno shock sul prezzo della benzina ha nel tasso d'inflazione, dato che i consumatori non sono in grado di sostituire tale bene. La Figura 13 mostra la reazione del tasso d'inflazione all'aumento del prezzo della benzina. Tale effetto inflazionistico viene anticipato dalle compagnie petrolifere, che di conseguenza restringeranno l'offerta di gasolio. I dati mostrano che il prezzo del gasolio tende a seguire il prezzo della benzina. Questa relazione può essere spiegata dal maggior potere di mercato dei produttori di gasolio che consente di fissare un mark-up sul costo di raffinazione. Il prezzo del gasolio, a differenza del prezzo della benzina, è molto volatile nel breve periodo perchè è uno dei prezzi sul quale i produttori, che si trovano in un mercato oligopolistico e che sono, pertanto, *price maker*, applicano un *mark-up*, al fine di ottenere extraprofiti. Il prezzo della benzina è, invece, molto più

vischioso essendo più direttamente collegato alla quotazione internazionale. Il punto di equilibrio E'_g corrisponde ad una più accentuata restrizione del consumo di gasolio di equilibrio.

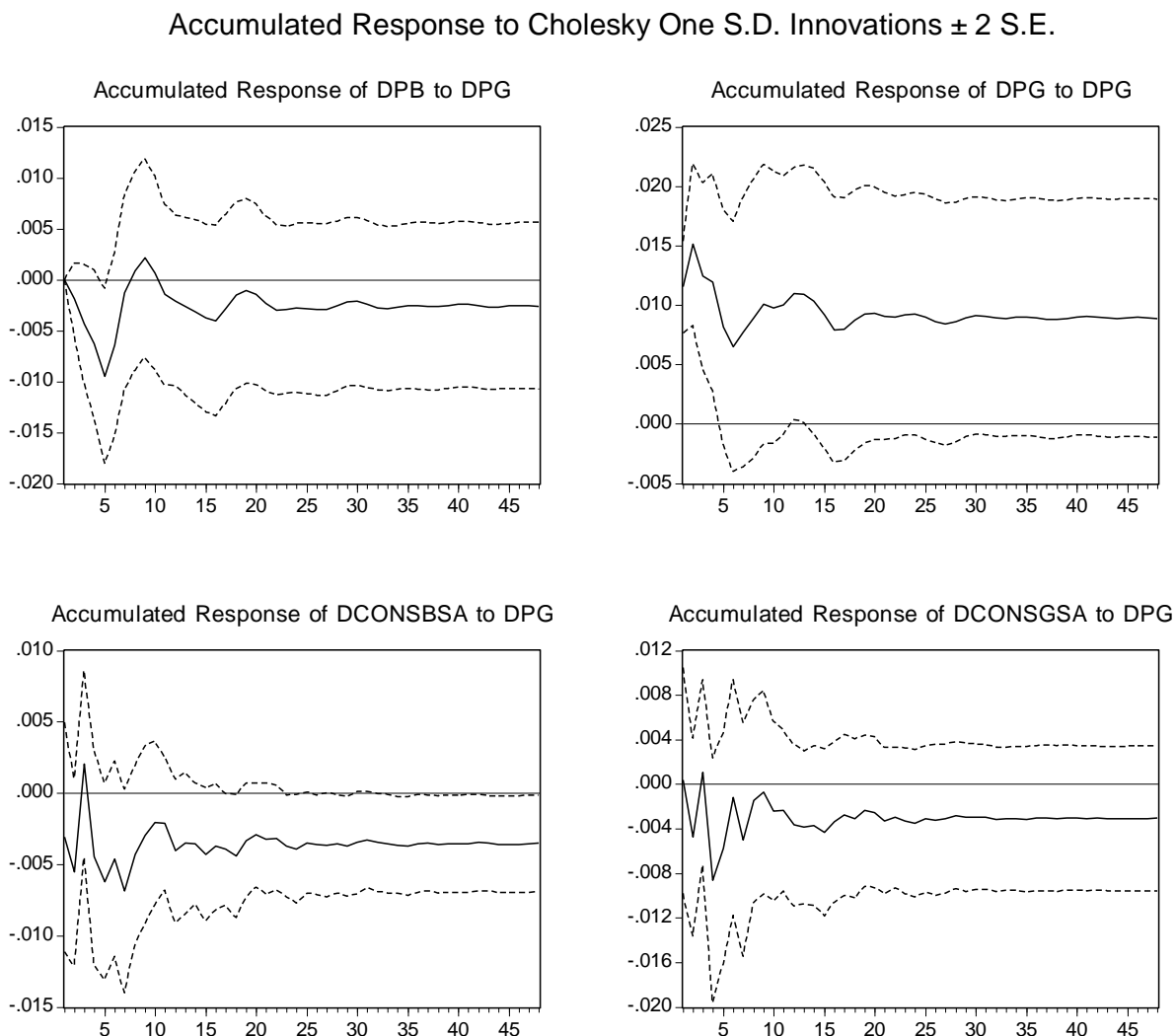
Figura 13: IRF del tasso di inflazione di fronte a shock sul prezzo della benzina (sopra) e del gasolio (sotto)

Accumulated Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.



La Figura 14 illustra le IRF di fronte ad uno shock positivo sul prezzo del gasolio, interpretabile come un incremento dell'accisa sul gasolio. Di nuovo per chiarire i risultati facciamo uso delle funzioni di domanda ed offerta (Figura 15).

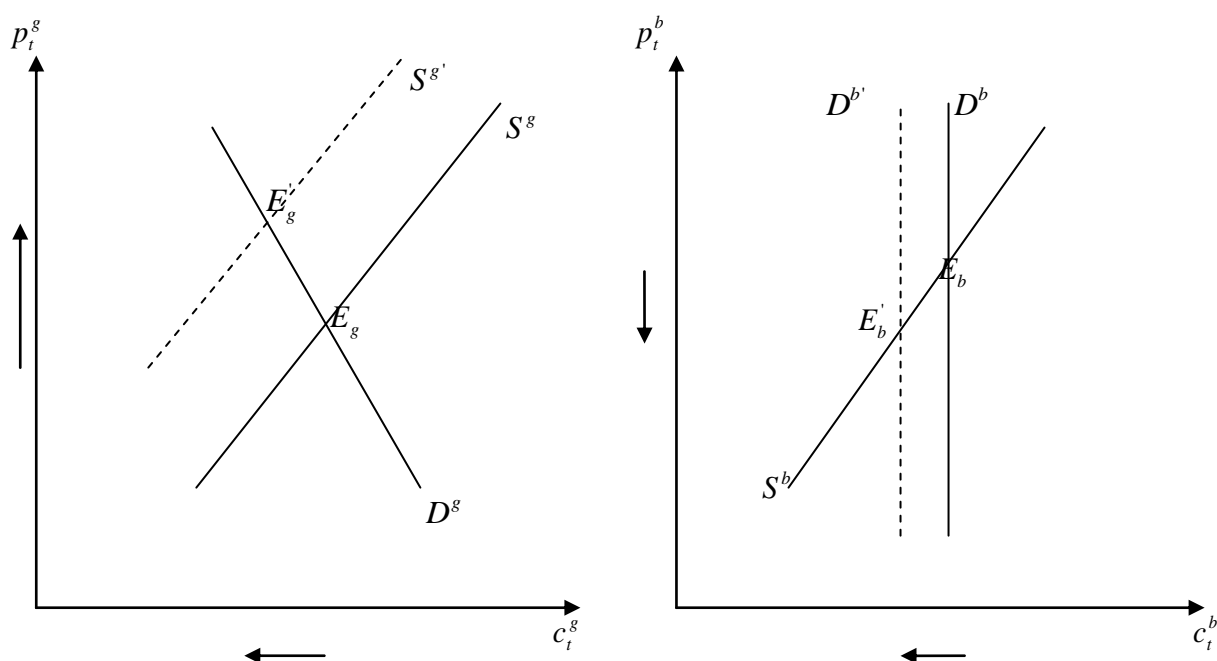
Figura 14: IRF cumulata dei prezzi (sopra) e dei consumi (sotto) della benzina e del gasolio di fronte ad uno shock di un punto di deviazione standard del prezzo della benzina. E' riportato l'intervallo di confidenza di circa il 95%.



Un'accisa sul gasolio induce una restrizione dell'offerta S'_g . Di fronte a tale restrizione si osserva nel punto di equilibrio E'_g un incremento del prezzo e una riduzione del consumo di gasolio. Considerato che il gasolio è un input fondamentale della produzione, un incremento del suo costo può determinare una perdita di competitività. Di conseguenza una diminuzione del gasolio per autotrasporto implica un rallentamento dell'attività produttiva, o in altri termini una recessione economica. Di conseguenza la perdita di competitività può persino essere associata ad una contrazione del consumo della benzina. Le funzioni di risposta all'impulso enfatizzano, pertanto, un carattere maggiormente recessivo di una politica fiscale restrittiva sul gasolio poiché la riduzione del consumo di gasolio potrebbe produrre una riduzione della domanda di benzina D'_b .

La simulazione presentata fornisce un valido strumento per dimostrare l'impatto recessivo di politiche fiscali restrittive nel mercato del gasolio (seppure le stesse siano maggiormente in grado di ridurre il consumo di beni inquinanti, riuscendo ad evitare l'ostacolo della notevole rigidità delle domande).⁹ Occorre notare che in questo caso i produttori non hanno la capacità di aumentare il prezzo della benzina, essendo questo maggiormente legato a fattori esterni al modello, come le quotazioni internazionali.

Figura 15: Effetti di una accisa sul gasolio



6 La decomposizione della varianza dell'errore predittivo

I risultati delle simulazioni precedenti possono trovare una valida conferma nella decomposizione della varianza dell'errore predittivo (FEVD), uno strumento particolarmente adatto per spiegare le relazioni principali tra le variabili. E' possibile infatti scrivere l'errore predittivo tenendo presente che l'aspettativa al tempo t di shock futuri non può che essere nulla. Il discostamento dei valori effettivi delle variabili nel periodo $t+s$ dipenderà allora esclusivamente dagli shock che si

⁹ Si tratta, quindi, di una sorta di *trade-off* tra obiettivi di *fiscal policy*, nel senso di incremento del gettito fiscale, e obiettivi di riduzione delle esternalità negative legate all'inquinamento.

verificano dal periodo $t+1$ in poi, poiché quello che si verifica al tempo t è conosciuto dagli agenti che hanno il set informativo che comprende il periodo t . Il VMA della (12) era una rappresentazione all'indietro, nel senso che spiegava ciascun valore attraverso gli shock passati. Passando ad una analisi predittiva si tratta di traslare il VMA in avanti nel modo seguente:

$$y_{t+s} - E_t y_{t+s} = u_{t+s} + \Phi_1 u_{t+s-1} + \Phi_2 u_{t+s-2} + \dots + \Phi_{s-1} u_{t+1} \quad (17)$$

Considerando che $E u_t u_t' = \Omega$, la varianza totale dell'errore predittivo sarà data dalla seguente:

$$\text{var } y_{t+s} - E_t y_{t+s} = \Omega + \Phi_1 \Omega \Phi_1' + \Phi_2 \Omega \Phi_2' + \dots + \Phi_{s-1} \Omega \Phi_{s-1}' \quad (18)$$

Nel passaggio dal VMA in forma ridotta al VMA in forma strutturale occorre trasformare la (18) tenendo sempre conto del fatto che $\varepsilon_t = A_0 u_t$, $E \varepsilon_t \varepsilon_t' = \Sigma$ e $\Phi_i^* = A_0 \Phi_i$. Per cui si ha che:

$$\text{var } y_{t+s} - E_t y_{t+s} = \Sigma + \Phi_1^* \Sigma \Phi_1^{*'} + \Phi_2^* \Sigma \Phi_2^{*'} + \dots + \Phi_{s-1}^* \Sigma \Phi_{s-1}^{*'} \quad (19)$$

E' possibile a questo punto isolare la percentuale della varianza predittiva di una variabile i -esima spiegata dallo shock sulla variabile j -esima attraverso le componenti Φ_{ij}^* che si sommano nei quadrati per tutto il periodo da $t = 1$ a $t = s - 1$.

Nella Figura 17 sono riportate le percentuali delle varianze degli errori predittivi per tutte le 6 variabili del modello. Ovviamente per tutte le variabili, la varianza è spiegata per la gran parte da shock che colpiscono se stessa.¹⁰ Tuttavia alcune osservazioni sulle altre variabili causali risultano molto interessanti. Per quanto riguarda il tasso d'inflazione, questo risulta maggiormente spiegato dal prezzo della benzina (4.7%) piuttosto che dal prezzo del gasolio (3.4%). Altro risultato degno di nota è quello concernente la decomposizione della varianza dell'errore predittivo del tasso di cambio. L'8.5% di tale varianza è spiegato da shock sul prezzo della benzina.

¹⁰ Ciò è anche dovuto alla fattorizzazione triangolare imposta.

Il prezzo della benzina è a sua volta molto spiegato dal tasso di cambio (13%), a dimostrazione che le due variabili si causano vicendevolmente. I movimenti del prezzo del gasolio spiegano per il 14.2% il prezzo della benzina.

Nella spiegazione della volatilità del prezzo del gasolio, il prezzo della benzina incide per oltre il 40%, anche di più degli shock su se stesso (30.7%). Il prezzo della benzina rappresenta, dunque, la dinamica del lungo periodo del prezzo del gasolio, laddove i movimenti del prezzo del gasolio risentono degli effetti ciclici del breve periodo, della congiuntura stagionale e delle decisioni prezzo e di extraprofitto dei produttori. La dinamica maggiormente endogena, cioè spiegata dalle altre variabili del modello, del prezzo del gasolio è probabilmente la migliore conferma della presenza di un notevole potere di mercato dei produttori. Il prezzo della benzina è, al contrario, quasi interamente spiegato da stesso a dimostrazione di una dinamica essenzialmente autonoma. A conferma di ciò, a differenza che per il prezzo della benzina, nella decomposizione della varianza dell'errore predittivo del prezzo del gasolio, un'importanza va data anche agli shock sulle variabili di consumo, in particolare il consumo della benzina (4.6%), componenti di breve periodo per eccellenza. Di qui la maggiore volatilità del gasolio rispetto alla benzina, quale fatto stilizzato inequivocabile.

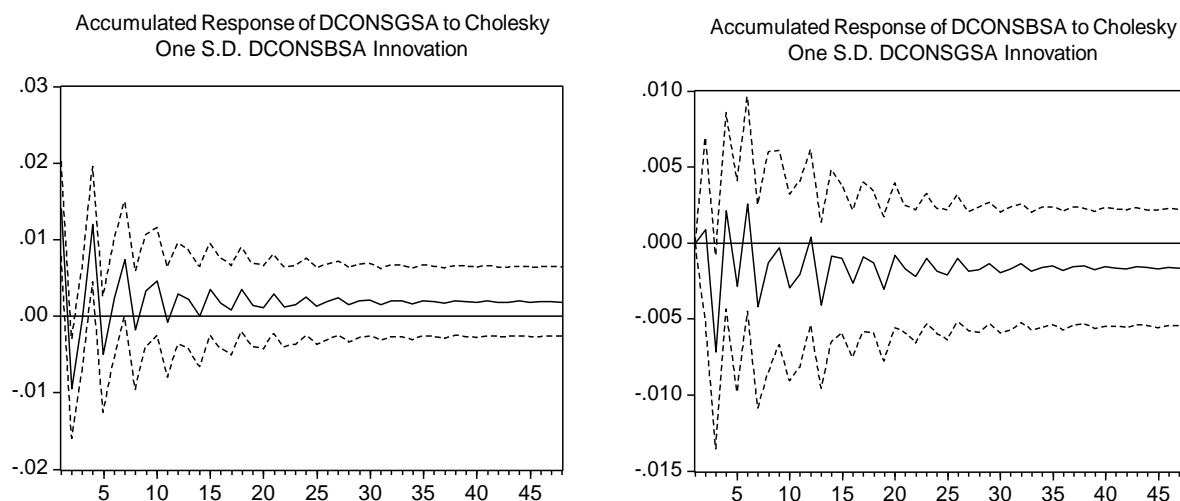
L'analisi dei consumi conferma i risultati esposti nelle sezioni precedenti. Il consumo della benzina non subisce molto gli effetti prezzo, i.e., inelasticità della domanda, con una superiore rilevanza del prezzo del gasolio sul prezzo della benzina (4.2% contro l'1.8%), come specificato nella spiegazione delle simulazioni di risposta all'impulso. L'altra variabile rilevante è il tasso d'inflazione con il 15%, a testimonianza del fatto che sul consumo della benzina incide significativamente il potere d'acquisto delle famiglie.

Infine sul consumo del gasolio va rilevata la stretta dipendenza con il consumo della benzina. Infatti, circa il 39% della decomposizione della varianza è spiegata dal consumo della benzina contro il 39.3% del consumo di gasolio. Si è notato, in precedenza, che ciò non implicherebbe necessariamente un relativa sostituibilità tra i due beni¹¹ (per cui al diminuire del consumo di benzina aumenta necessariamente il consumo di gasolio), quanto piuttosto la dipendenza di lungo periodo del gasolio dalla benzina. Nel breve periodo, infatti, la differenza è tra il 18% spiegato dal consumo di benzina e il 78% spiegato dal consumo di gasolio. Per comprendere meglio la possibile relazione tra i due consumi la Figura 16 illustra la simulazione delle IRF di fronte a shock sul consumo di benzina e gasolio. Si può notare come mentre un'innovazione della domanda di benzina

¹¹ L'effetto prezzo produce oltre ad un effetto sostituzione anche un effetto reddito. Non essendo possibile isolare l'effetto sostituzione, risulta complicato alla luce del modello econometrico stabilire se la correlazione positiva tra consumo della benzina e consumo del gasolio sia dovuto, ad un semplice effetto reddito, oppure ad una complessa complementarità tra i due beni.

ha un effetto complementare sulla domanda di gasolio, non vale il viceversa. Ciò sembra confermare l'effetto sostituzione emerso con il processo di "dieselizzazione" del parco auto nazionale.

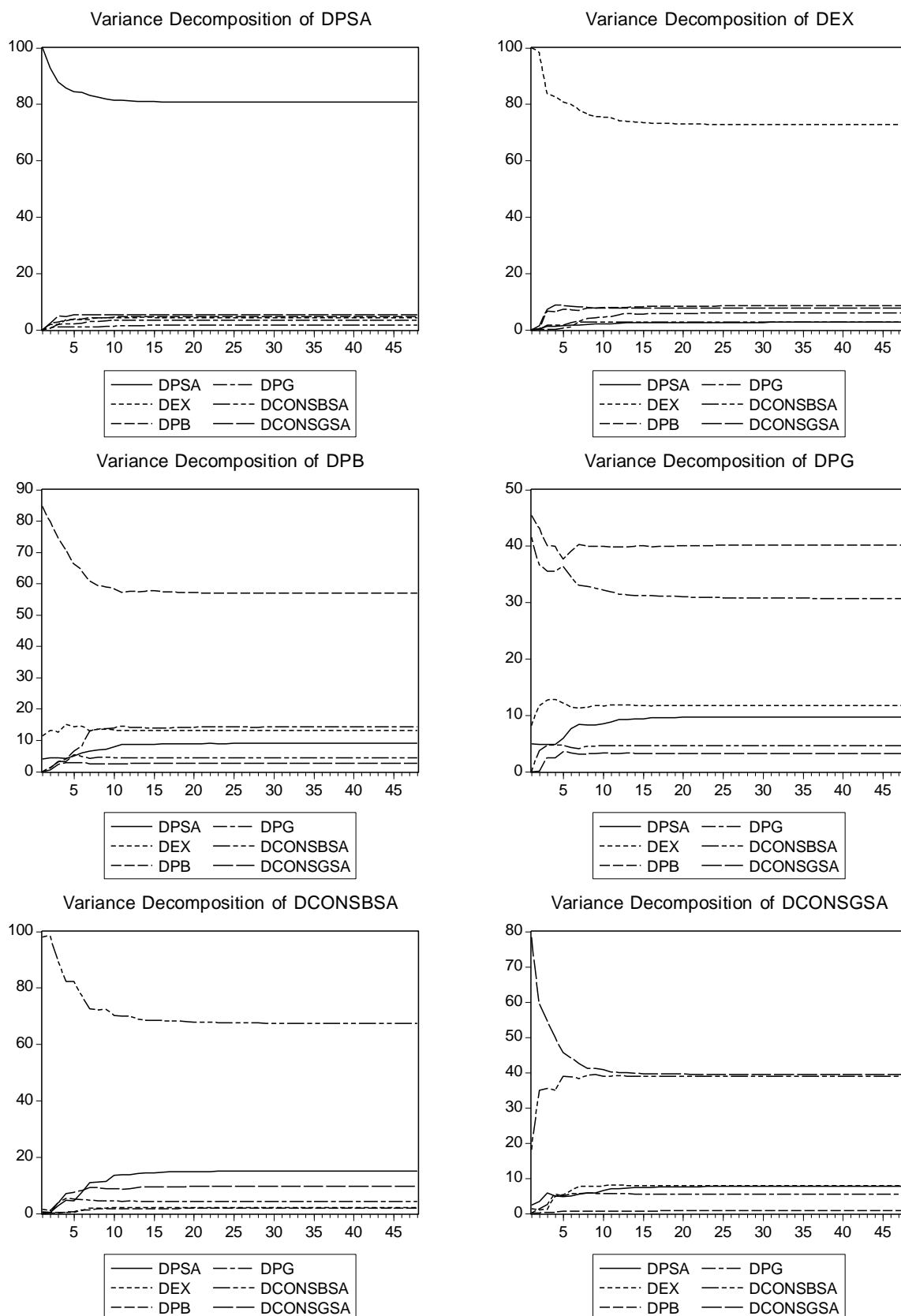
Figura 16: IRF del consumo di gasolio al consumo di benzina (sinistra) e del consumo di benzina al consumo di gasolio



Infine, il tasso d'inflazione incide solo per il 7.7% sul consumo di gasolio, quasi la metà di quanto incideva sul consumo di benzina, a testimonianza del fatto che il gasolio ingloba anche fattori legati ai fattori di produzione delle imprese e non solo le componenti di domanda delle famiglie.

In ultima analisi, dunque, la decomposizione della varianza dell'errore predittivo conferma ed enfatizza i risultati ottenuti in prima approssimazione con i test sulle relazioni di causalità e poi, più approfonditamente, con le simulazioni stocastiche.

Figura 17: La decomposizione della varianza dell'errore predittivo



7 Conclusioni

La crescente domanda di energia da parte dei paesi emergenti impone un radicale ripensamento delle strategie di politica economica ed industriale. Gli strumenti di politica fiscale, con i suoi tradizionali meccanismi incentivanti e disincentivanti, sono, di conseguenza, direttamente chiamati in causa ([3] e [4]).

La nostra ricerca implementa un modello econometrico per i consumi di benzina verde e di gasolio per auto con un duplice obiettivo: da un lato quello di individuare le relazioni principali tra le variabili del modello, dall'altro di analizzare simulazioni di policy fiscale.

I principali risultati, concernenti le relazioni tra le variabili, sono stati: i) la forte inelasticità della domanda di benzina; ii) la stretta dipendenza della domanda di gasolio dalle variazioni della domanda di benzina e la sua non trascurabile elasticità rispetto al prezzo; iii) la dinamica del prezzo del gasolio meno connessa, rispetto al prezzo della benzina, a fattori esogeni come la quotazione internazionale e maggiormente legata al potere di mercato delle compagnie di raffinazione; iv) la perdita di competitività dovuta ad un incremento del costo del gasolio derivante da accisa; v) l'impatto qualitativamente differente di uno shock di tipo "petrolifero" rispetto ad uno shock fiscale.

Dal punto di vista del gettito fiscale i nostri risultati comportano una maggior convenienza della politica fiscale restrittiva sulla benzina rispetto a quella sul gasolio se si considera l'impatto sull'economia nel suo complesso. Tuttavia il processo di dieselizzazione in atto implicherebbe una maggior convenienza di un incremento delle imposte sul consumo di gasolio piuttosto che sul consumo della benzina.

Occorre aggiungere che la presenza del mark-up sui costi marginali è conseguenza di una rigidità reale. La politica economica dovrebbe allora intervenire per promuovere la concorrenza [1]. L'analisi condotta risulta di conseguenza inefficace dal punto di vista della trattazione della rimozione dei poteri di mercato, ma ciò non costituiva l'obiettivo di questa ricerca.

Il modello utilizzato, per come è stato implementato, non mira a fornire indicazioni strategiche rilevanti per lo sviluppo e la crescita economica sul piano di una nuova politica energetica. La politica economica nella nostra riflessione si limita ad un'analisi all'interno del problema connesso essenzialmente alle previsioni di gettito fiscale, avendo scelto di ricondurre le stime del modello alle sole variabili della benzina e del gasolio. Nella nostra trattazione si è posto un limite strutturale di impostazione *demand side*, essendo trascurata la componente dell'offerta, della produttività e della crescita in generale, ma anche una restrizione nel campo delle politiche fiscali trascurando componenti del gettito che sono andate crescendo di importanza negli ultimi anni.

Se nella nostra analisi econometrica non si è fatto cenno alle altre frazioni petrolifere o alle altre fonti energetiche, inevitabilmente ulteriori sviluppi per la nostra ricerca non possono che essere indirizzati all'analisi delle altre principali fonti energetiche, a cominciare dal metano, per finire alle fonti energetiche alternative.

La possibilità di migliorare il modello tenendo conto delle componenti dal lato dell'offerta, costi marginali, mark-ups, total factor productivity, agevolerebbe anche una evoluzione della trattazione econometrica delle stime. La dinamica della produttività potrebbe facilmente rappresentare un trend comune di lungo periodo all'interno del quale costruire un modello a correzione dell'errore (S-VECM). Sarebbe possibile, quindi, rinvenire la cointegrazione tra le variabili, assente nel nostro modello. Inoltre la stima risulterebbe perfezionata, essendo ripartita in componenti cicliche e componenti di trend, con conseguenze probabilmente rilevanti sugli effetti qualitativi e quantitativi delle funzioni di risposta all'impulso, che sono state alla base delle nostre interpretazioni e delle nostre riflessioni. Occorre tuttavia aggiungere che una tale trattazione perderebbe probabilmente una maggiore robustezza sul piano previsivo, come garantito invece da un modello VAR stazionario alle differenze.

Inoltre un'analisi più complessa necessiterebbe la trattazione dei dati sul consumo disaggregati per famiglie. Ciò richiederebbe l'utilizzo di *dati panel* e, quindi, sarebbe maggiormente indirizzata a pianificazioni fiscali strategiche sia da un punto di vista di innovazione e ristrutturazione energetica sia dal punto di vista di equità nella redistribuzione, anch'essa operabile attraverso il fisco.

Riferimenti bibliografici

- [1] CNCU, (2004), “Documento del CNCU per il Controllo dei Prezzi dei Carburanti,” www.tuttoconsumatori.it
- [2] CNCU, (2004), “Dossier Carburanti: Benzina: il Prezzo Italiano nel Mercato Globale,” www.tuttoconsumatori.it
- [3] Dari G., (2004), “Concorrenza Fiscale Internazionale,” *Il conto*, VI.
- [4] Dari G., (2004), “Quanto Incide il Fisco sulla Competitività dell'Impresa,” *Il conto*, III.
- [5] Di Cesare G., (2006), “Le Accise: dalle Obbligazioni ai Controlli e Tecniche di Produzione Industriale,” Agenzia delle Dogane.
- [6] Engle R. e Granger C. W. J., (1987), “Co-integration: Representation, Estimation and Testing,” *Econometrica*, 55, 391-407.

- [7] Engle R. e Granger C. W. J., (1991), “Long Run Economic Relationships: Readings in Cointegration,”, Oxford University Press.
- [8] Golinelli R., (2003), “Lectures on Modelling Non Stationary Time Series,”, CIDE.
- [9] Granger C., (1988), “Causality, Cointegration and Control,”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, Nos. 2/3.
- [10] Johansen S, (1997), “Mathematical and Statistical Modelling of Cointegration,”, EUI Working Paper, ECO No. 97/14
- [11] Hendry D. F., (1995), “Dynamic Econometrics,”, Oxford University Press
- [12] Lucas R., (1976), “Econometric Policy Evaluation: A Critique,”, *Carnegie-Rochester Conferences Series on Public Policy*, 1, 19-46.
- [13] Unione Petrolifera, (2006), “Annual Report,”, up.
- [14] Unione Petrolifera, (2006), “Sintesi dell’Intervento del Presidente Dott. Pasquale De Vita,”, *Assemblea Annuale 2006*, up.
- [15] Unione Petrolifera, (2006), “La Correlazione tra i Prezzi del Petrolio e dei Prodotti,”, *Notizie Statistiche Petrolifere*.
- [16] Tancioni M., (2006), “Traccia del Corso di Econometria,”, Università “La Sapienza”.

