

Michael Pontrelli

Università di Cagliari

UN'ANALISI ECONOMETRICA
SUL CONTENUTO INFORMATIVO
DELLA STRUTTURA A TERMINE
DEI TASSI DI INTERESSE TEDESCHI

Abstract: In this paper the usefulness of spreads between long and short interest rates as indicators of future interest rates is analysed using monthly data derived from the estimation of the German term structure over the period 1983(11)-1994(12).

The analysis is conducted using modern techniques of time series, as the cointegration analysis and the estimation of vector autoregressive (VAR) models.

The results show that interest rate spreads contain considerable information about future short rate changes. This implies that interest rate spreads may be used as useful indicators for the future conduct of monetary policy.

Sintesi: In questo lavoro l'utilità dei differenziali tra i tassi di interesse a lungo e a breve termine come indicatori dei tassi di interesse futuri, viene analizzata utilizzando dati derivati da una stima della struttura a termine tedesca con riferimento al periodo 1983(11)-1994(12).

L'analisi viene condotta utilizzando moderne tecniche delle serie storiche, come l'analisi di cointegrazione e la stima di modelli VAR (*vector autoregressive models*).

I risultati mostrano che i differenziali tra i tassi di interesse contengono considerevole informazione con riferimento alle variazioni future dei tassi di interesse a breve termine. Questo implica che i differenziali tra i tassi di interesse potrebbero essere utilizzati come utili indicatori sulla condotta futura della politica monetaria.

1. Introduzione*

Gli studi sulla struttura a termine dei tassi di interesse (*the term structure of interest rates*) nascono principalmente per due motivi. Nella teoria della finanza la struttura a termine è importante per la valutazione dei titoli derivati, mentre nella teoria economica è importante per comprendere i meccanismi di trasmissione della politica monetaria. Con riferimento a quest'ultimo aspetto, si ha infatti che le banche centrali agiscono sul mercato monetario, cioè sul mercato in cui gli strumenti finanziari hanno una durata massima di un anno, esse perciò influenzano solamente i tassi di interesse a breve termine. Tuttavia l'economia reale dipende dai tassi di interesse a lungo termine, quindi per poter valutare gli effetti della politica monetaria è di fondamentale importanza analizzare la relazione esistente tra i tassi a breve e a lungo termine. Un modo per analizzare questa relazione è dato dalla struttura a termine. Secondo una definizione comunemente accettata nella letteratura, *la struttura a termine dei tassi di interesse misura la relazione tra il rendimento di due o più titoli con cedola nulla (pure discount bonds) che differiscono unicamente per la loro durata.*

Esistono diverse teorie relative alla struttura a termine dei tassi di interesse, ma sicuramente la teoria più importante è rappresentata dalla teoria delle aspettative (*Expectation hypothesis*).¹ Questa teoria afferma che nel caso di titoli con cedola nulla il tasso a lungo termine è uguale ad una media semplice del tasso a breve termine corrente e dei tassi a breve termine futuri attesi più una costante. Se come misura del tasso a lungo termine consideriamo un tasso a n anni che indichiamo con Rn_t e come misura del tasso a breve termine consideriamo un tasso a un anno che indichiamo con r_t , la teoria delle aspettative formalmente viene espressa dalla seguente equazione:

$$[1] \quad Rn_t = \frac{1}{n} \left[r_t + E_t \sum_{i=1}^{n-1} r_{t+i} \right] + \Pi n$$

Il parametro Πn riflette l'esistenza di un premio a termine a favore del titolo che ha una maggiore durata e quindi un maggiore rischio in conto

* Questo lavoro è una sintesi della mia tesi di laurea. Desidero ringraziare la Dott.ssa Gianna Boero per i preziosi suggerimenti.

¹ Le altre teorie più importanti sulla struttura a termine dei tassi di interesse sono la teoria del premio per la liquidità, la teoria della segmentazione dei mercati e la teoria dell'habitat preferito.

4

capitale. La teoria delle aspettative ipotizza l'esistenza di un premio a termine costante nel tempo.

Se come misura del tasso a lungo termine consideriamo un tasso a 2 anni, l'equazione [1] può essere riscritta nel modo seguente:

$$[2] \quad R2_t = \frac{1}{2}[r_t + E_t r_{t+1}] + \Pi2$$

Se assumiamo che le aspettative sono razionali si ha che:

$$[3] \quad r_{t+1} = E_t r_{t+1} + \varepsilon_{t+1}$$

dove ε_{t+1} è l'errore di previsione. Sostituendo la [3] nella [2], dopo una serie di passaggi algebrici otteniamo una nuova formulazione della teoria delle aspettative.

$$[4] \quad \frac{1}{2}[r_{t+1} - r_t] = \mathbf{a} + \mathbf{b}[R2_t - r_t] + \mathbf{u}_{t+1}$$

dove si ha che $\alpha = -\Pi2$, $v_{t+1} = \varepsilon_{t+1}/2$, $[r_{t+1} - r_t]$ è la variazione futura del tasso a un anno, cioè del tasso a breve termine e $[R2_t - r_t]$ è lo *spread* o differenziale di rendimento tra i tassi a lungo e a breve termine. Lo *spread*, che misura l'inclinazione della curva dei rendimenti, rappresenta una misura della struttura a termine dei tassi di interesse esistente nei mercati finanziari in un dato momento di tempo t .

L'equazione [4] è di fondamentale importanza in quanto rappresenta l'equazione base per testare la validità della teoria delle aspettative o più in generale, per analizzare il contenuto informativo della struttura a termine dei tassi di interesse. Per testare la validità della teoria delle aspettative bisogna sottoporre a test l'ipotesi che $\mathbf{b}=1$. La validità della teoria delle aspettative implica che lo *spread* tra i tassi a lungo e a breve termine dovrebbe essere in grado di predire le variazioni future dei tassi a breve termine. Questa affermazione è stata oggetto di test in numerosi lavori empirici. I risultati ottenuti però sono piuttosto contrastanti. Shiller, Campbell and Schoenholtz (1983) utilizzando dati americani del dopoguerra relativi allo *spread* tra i *treasury bills* a 6 mesi e a 3 mesi hanno dimostrato l'assenza di contenuto informativo nello *spread*, perciò secondo la loro conclusione, la teoria che l'inclinazione della struttura a termine possa essere usata per prevedere la direzione delle variazioni future dei tassi di

interesse non ha alcuna validità. Negli anni successivi diversi lavori empirici ugualmente basati sull'utilizzo di dati americani, ma relativi a scadenze dei titoli diverse dai 6 e 3 mesi o relativi a periodi campionari diversi dal dopoguerra, hanno contraddetto i risultati ottenuti da Shiller, Campbell and Schoenholtz (1983). In questi lavori infatti,² viene dimostrato che i differenziali di rendimento tra i tassi a lungo e a breve termine hanno contenuto informativo rispetto alle variazioni future dei tassi di interesse a breve termine.

Un recente lavoro empirico sul contenuto informativo della struttura a termine è rappresentato dal lavoro di G.Boero, F.Madjlessi e C.Torricelli del 1995, " *The term structure of German interest rates: tests of the information content* ". L'importanza del lavoro sopracitato è dovuta all'introduzione di due aspetti innovativi rispetto ai lavori empirici precedenti. Il primo è che per la prima volta vengono utilizzati dati relativi alla struttura a termine tedesca, il secondo è che sulla base dei nuovi modelli stocastici della struttura a termine,³ tra i regressori delle equazioni stimate è stata inclusa una misura della volatilità del tasso di interesse a breve termine come variabile *proxy* di un premio per scadenza variante nel tempo.

Il lavoro di Boero et al. si basa su una analisi econometrica uniequazionale classica. Il presente lavoro costituisce uno sviluppo del lavoro di Boero et al. infatti, nella seguente indagine empirica il contenuto informativo della struttura a termine tedesca viene analizzato utilizzando le tecniche econometriche più recenti delle serie storiche, come l'analisi di cointegrazione, l'analisi VAR e l'analisi della dinamica di breve periodo derivante dalla formulazione di modelli a correzione dell'errore, con l'obiettivo di verificare se i risultati variano al variare della tecnica econometrica utilizzata. Questo lavoro è articolato come segue. Nel paragrafo 2 vengono descritti i dati utilizzati, nel paragrafo 3 vengono effettuate l'analisi di stazionarietà e di cointegrazione, nel paragrafo 4 si analizza il contenuto informativo della struttura a termine, nel paragrafo 5 si esamina il ruolo della volatilità. Infine nel paragrafo 6 vengono riassunte le principali conclusioni ottenute nel corso del lavoro.

2. Descrizione dei dati

Per quanto riguarda i dati utilizzati, si tratta di 134 osservazioni mensili dei tassi di interesse a breve e a lungo termine, derivate da una stima della struttura a termine tedesca, basata su dati della Karlsruher

² Vedere i lavori di Fama (1984), Mankiw and Miron (1986), Fama and Bliss (1987), Hardouvelis (1988) and Mishkin (1988).

³ Vedere i lavori di Cox, Ingersoll e Ross (1985) e Longstaff e Schwartz (1992).

Kapitalmarkt Datebank⁴. Tutti i valori si riferiscono al 15° giorno di ogni mese e coprono il periodo che va dal novembre del 1983 fino al dicembre del 1994.

I tassi di interesse considerati sono 3, il tasso a un giorno indicato con la variabile r_t , il tasso a 3 anni indicato con la variabile $R3_t$ e infine, il tasso a 5 anni indicato con la variabile $R5_t$. Il tasso a un giorno rappresenta una misura del tasso di interesse a breve termine, mentre i tassi a tre e a cinque anni rappresentano una misura del tasso di interesse a lungo termine.

L'andamento dei tassi nel periodo campionario considerato, si vedano i grafici 1, 2 e 3, riflette le condizioni e i mutamenti politico economici avvenuti in Germania in quel periodo. Si tratta degli anni che precedono e seguono la caduta del muro di Berlino, avvenuta nel novembre del 1989, e la successiva unificazione economica tra le due Germanie avvenuta nel luglio del 1990. Fino al 1989, cioè nella prima parte del periodo campionario, i tassi tedeschi sono relativamente bassi. Tuttavia, a partire dal 1989 i tassi incominciano a crescere, questo fenomeno si accentua dopo la caduta del muro di Berlino e soprattutto dopo l'unificazione economica tra le due Germanie. I tassi alti sono stati determinati da una politica monetaria della Bundesbank estremamente restrittiva. A partire dalla seconda metà del 1992 i tassi incominciano a scendere rapidamente, ritornando agli inizi del 1994 ad un livello simile a quello esistente prima del crollo del muro di Berlino e della successiva unificazione economica.

3. Analisi di stazionarietà e cointegrazione

Lo studio sul contenuto informativo della struttura a termine richiede che le variazioni future dei tassi di interesse e i differenziali tra il tasso a lungo termine e il tasso a breve termine siano stazionari. Prima di indagare sul contenuto informativo della struttura a termine è necessario quindi eseguire un'analisi di stazionarietà per individuare l'eventuale presenza di radici unitarie nelle serie. Inoltre, se i tassi di interesse nei livelli sono serie integrate di primo ordine, la stazionarietà dello *spread* richiede che il tasso a lungo e il tasso a breve siano cointegrati, cioè richiede che esista fra i tassi una relazione di equilibrio di lungo periodo. L'analisi di stazionarietà è stata innanzitutto condotta sui livelli dei tre tassi di interesse considerati, e cioè il tasso a un giorno r_t e i tassi a 3 e 5 anni $R3_t$ e $R5_t$.

La procedura utilizzata è quella indicata da Dolado, Jenkinson e Sosvilla Rivero (1990). Inizialmente sono stati stimati i modelli più generali e cioè i modelli contenenti sia un termine *drift*, sia un termine *time trend*, ed

⁴ Ringrazio Boero, Madjlessi e Torricelli per avermi gentilmente fornito i dati utilizzati in questo lavoro.

è stata usata la statistica τ_r per testare l'ipotesi nulla di non stazionarietà.

L'equazione utilizzata per questo test è la seguente:

$$[5] \quad DRn_t = a_0 + a_2t + gRn_{t-1} + \sum_{i=1}^n b_i \Delta Rn_{t-i} + e_t$$

Per quanto riguarda la lunghezza dei ritardi presenti in ciascuna equazione, essi sono stati scelti in modo tale da rendere gli errori *white noise*. La procedura è stata condotta utilizzando il programma econometrico Pc-Give.

In tutti i casi considerati non possiamo rifiutare l'ipotesi nulla, perciò si è passati alla seconda fase della procedura di Dolado et al.. E' stata testata la significatività del *time trend* sotto l'ipotesi nulla di una radice unitaria, cioè abbiamo usato la statistica $\tau_{\beta\tau}$ per testare la significatività di a_2 dato $\gamma=0$. Il termine *time trend* è risultato non significativo nei tre casi analizzati e quindi si è passati alla terza fase della procedura di Dolado et al.. In questa fase, sono stati stimati i modelli senza il *time trend* ed è stata usata la statistica τ_{μ} per testare l'ipotesi nulla $H_0: \gamma=0$. Per tutte le serie storiche non è stato possibile rifiutare l'ipotesi nulla. Dato $\gamma=0$, abbiamo usato la statistica $\tau_{\alpha\mu}$ per testare la significatività del termine *drift*. In tutti i tre casi considerati, il *drift* è risultato non significativo. A questo punto, si è passati all'ultima fase della procedura. Sono stati stimati i modelli senza *time trend* e senza *drift*, ed è stata usata la statistica τ per testare l'ipotesi di non stazionarietà. Anche in quest'ultimo caso non è mai stato possibile rifiutare l'ipotesi nulla, perciò possiamo concludere che le serie storiche relative ai tassi di interesse contengono una radice unitaria. Infine, la procedura di Dolado et al. è stata applicata alle differenze prime dei tassi per verificare se nelle serie è presente una seconda radice unitaria. In tutti i casi considerati è stato effettuato un test DF ed è stata usata la statistica τ_{μ} per testare l'ipotesi di non stazionarietà. Questa ipotesi è stata sempre rifiutata, perciò possiamo concludere che i tassi di interesse ai livelli sono processi *random walk* senza *drift*. I risultati ottenuti sono riepilogati nella tabella 1. L'analisi grafica relativa a ciascun tasso di interesse e alla sua differenza prima, si vedano i grafici 1, 2 e 3, conferma i risultati ottenuti analiticamente. Infatti, appare evidente che i tassi a lungo e a breve termine sono processi *random walk* mentre le differenze prime sono processi stazionari.

La stessa procedura è stata applicata per verificare la stazionarietà delle variazioni dei tassi di interesse con riferimento a diversi orizzonti temporali. I risultati ottenuti, riepilogati nella tabella 2, indicano che le serie relative

alle variazioni dei tassi di interesse risultano stazionarie solamente per orizzonti temporali limitati. La variazione del tasso di interesse a un giorno è stazionaria fino all'orizzonte temporale di 9 mesi, mentre le variazioni dei tassi di interesse a 3 anni e a 5 anni, sono stazionarie fino ad un orizzonte temporale di 6 mesi. Oltre questi orizzonti, le variazioni dei tassi di interesse tendono ad assumere l'andamento tipico dei processi *random walk* senza *drift*. Di questo importante risultato si deve tener conto nella successiva analisi sul contenuto informativo della struttura a termine.

Una volta stabilito che il tasso a breve termine e il tasso a lungo termine sono variabili integrate dello stesso ordine, dobbiamo verificare se esiste una relazione di cointegrazione fra queste due serie, in modo da poter determinare l'ordine di integrazione dello *spread*.

L'analisi di cointegrazione è stata condotta seguendo la procedura di Engle e Granger (1987). In base alla definizione di Engle e Granger e al caso specifico oggetto della nostra analisi empirica, due tassi di interesse a lungo e a breve termine, R_{n_t} e r_t , che sappiamo essere entrambi integrati di ordine 1, sono cointegrati se esiste un vettore $\mathbf{b}=(\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2)$ tale che la combinazione lineare $(\mathbf{b}_1 R_{n_t} + \mathbf{b}_2 r_t)$ è stazionaria. Il vettore $\mathbf{b}=(\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2)$ è detto vettore cointegrante.

L'analisi di cointegrazione viene condotta in due stadi. Nel primo stadio vengono stimate le relazioni di equilibrio di lungo periodo. Nel secondo stadio viene effettuata una analisi di stazionarietà sulle deviazioni dall'equilibrio di lungo periodo. Se gli errori di equilibrio stimati sono stazionari, allora esiste un vettore cointegrante e quindi le variabili considerate sono cointegrate.

Le relazioni di cointegrazione considerate nel seguente lavoro sono due, la relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 3 anni $R3_t$ e la relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 5 anni $R5_t$. Formalmente le due equazioni di lungo periodo stimate sono le seguenti:

$$[6] \quad R3_t = \mathbf{b}_3 r_t + \mathbf{e}_{3t}$$

$$[7] \quad R5_t = \mathbf{b}_5 r_t + \mathbf{e}_{5t}$$

I risultati delle stime sono stati riportati nella tabella 3. A questo punto, si è passati alla seconda fase della procedura. Sui residui stimati delle equazioni [6] e [7] è stata eseguita un'analisi di stazionarietà, mediante l'applicazione della procedura di Dolado et al.. I risultati relativi a questa seconda fase della procedura sono stati riepilogati nella tabella 4. In entrambi i casi esaminati i residui risultano stazionari, perciò l'analisi

econometrica indica l'esistenza di cointegrazione tra il tasso di interesse a breve termine e il tasso di interesse a lungo termine.

4. Analisi sul contenuto informativo della struttura a termine

Il teorema di Granger afferma che se un set di variabili è cointegrato allora i dati possono essere rappresentati da un modello a correzione dell'errore. In questo paragrafo utilizziamo i risultati ottenuti nel paragrafo precedente sulle proprietà statistiche delle serie storiche dei tassi di interesse, per analizzare il contenuto informativo della struttura a termine sulla base dei modelli a correzione dell'errore. Un modello a correzione dell'errore, che viene indicato con la sigla ECM, si basa sul principio che la dinamica di breve periodo delle variabili è influenzata dalle deviazioni dall'equilibrio di lungo periodo. Nel paragrafo precedente abbiamo visto che i tassi a breve e a lungo termine sono cointegrati perciò possiamo applicare il teorema di Granger e quindi possiamo analizzare la dinamica di breve periodo dei tassi di interesse sia a breve che a lungo termine. Formalmente i modelli a correzione dell'errore che utilizziamo in questo lavoro, sono dati dalle seguenti espressioni:

$$[8] \quad \mathbf{D}r_{t+h} = \mathbf{a}_1 (Rn_t - \mathbf{b}r_t) + u_{1t+h}$$

$$[9] \quad \mathbf{D}R_{t+h} = \mathbf{a}_2 (Rn_t - \mathbf{b}r_t) + u_{2t+h}$$

Il primo modello analizza la dinamica di breve periodo del tasso a breve termine, mentre il secondo modello analizza la dinamica di breve periodo del tasso a lungo termine.

L'analisi ECM ci consente di indagare sul contenuto informativo della struttura a termine, cioè sulla capacità della relazione esistente tra i tassi a lungo e a breve termine di spiegare le variazioni future dei tassi di interesse. Infatti, la deviazione dall'equilibrio di lungo periodo, cioè l'errore di equilibrio, rappresenta una misura della struttura a termine esistente in un dato momento.

In questo lavoro, le variazioni future dei tassi a breve e a lungo termine vengono studiate congiuntamente mediante la stima di un modello VAR e come misura della struttura a termine viene usato l'errore di equilibrio derivante dall'analisi di cointegrazione di Engle-Granger. I tassi di interesse considerati sono r_t come misura del tasso a breve termine, ed $R3_t$ e $R5_t$, come misura del tasso a lungo termine. Per quanto riguarda la lunghezza dell'orizzonte temporale considerato, cioè la lunghezza di h , dobbiamo tener conto dell'analisi di stazionarietà eseguita precedentemente, perciò, per

evitare di stimare relazioni spurie, come orizzonti temporali consideriamo solamente $h=1, 3$ e 6 mesi. Infine, con l'obiettivo di migliorarne la specificazione, nei modelli VAR stimati viene inserita anche la dinamica, cioè vengono inseriti ritardi delle variabili dipendenti che corrispondono a variazioni ritardate dei tassi a breve e a lungo termine. La selezione dei modelli da stimare è stata effettuata applicando la metodologia LSE, cioè si è partiti con un modello generale contenente un numero elevato di ritardi e si sono successivamente eliminati i ritardi non significativi. Per quanto riguarda la relazione tra r_t e $R3_t$ abbiamo stimato i seguenti modelli:

$$[10] \quad \begin{aligned} \Delta r_{t+h} &= \mathbf{a}_1(R3_t - \hat{\mathbf{b}} r_t) + \sum_{i=1}^n c_i \Delta r_{t+h-i} + \sum_{j=1}^m d_j \Delta R3_{t+h-j} + \mathbf{e}_{1t+h} \\ \Delta R3_{t+h} &= \mathbf{a}_2(R3_t - \hat{\mathbf{b}} r_t) + \sum_{i=1}^n e_i \Delta r_{t+h-i} + \sum_{j=1}^m f_j \Delta R3_{t+h-j} + \mathbf{e}_{2t+h} \end{aligned}$$

Con $h=1,3$ e 6 .

$(R3_t - \hat{\mathbf{b}} r_t)$ indica l'errore di equilibrio derivante dall'analisi di cointegrazione di Engle e Granger. Per quanto riguarda la relazione tra r_t e $R5_t$, i modelli VAR stimati sono i seguenti:

$$[11] \quad \begin{aligned} \Delta r_{t+h} &= \mathbf{a}_1(R5_t - \hat{\mathbf{b}} r_t) + \sum_{i=1}^n c_i \Delta r_{t+h-i} + \sum_{j=1}^m d_j \Delta R5_{t+h-j} + \mathbf{e}_{1t+h} \\ \Delta R5_{t+h} &= \mathbf{a}_2(R5_t - \hat{\mathbf{b}} r_t) + \sum_{i=1}^n e_i \Delta r_{t+h-i} + \sum_{j=1}^m f_j \Delta R5_{t+h-j} + \mathbf{e}_{2t+h} \end{aligned}$$

Con $h=1,3$ e 6 .

Come nel caso precedente $(R5_t - \hat{\beta} r_t)$ indica l'errore di equilibrio derivante dall'analisi di cointegrazione di Engle e Granger. I modelli sono stati stimati con il programma econometrico Pc-Fiml 8.0. I risultati ottenuti sono stati riepilogati nelle tabelle 5 e 6. Per stabilire se la struttura a termine ha contenuto informativo dobbiamo valutare la significatività delle velocità di aggiustamento stimate, cioè i coefficienti α_1 e α_2 .

Per quanto riguarda le variazioni future del tasso a breve termine, sia con riferimento alla relazione tra r_t e $R3_t$ che con riferimento alla relazione tra r_t e $R5_t$, le velocità di aggiustamento α_1 sono sempre significativamente

diverse da zero, perciò possiamo concludere che la struttura a termine ha contenuto informativo. Invece, per quanto riguarda le variazioni future dei tassi a lungo termine, le velocità di aggiustamento α_2 sono non significative in 5 casi su 6. L'ipotesi nulla di non significatività delle velocità di aggiustamento viene rifiutata, ad un livello di significatività del 5%, solamente con riferimento alle variazioni del tasso a 3 anni relativamente ad un orizzonte temporale di 3 mesi. Perciò, possiamo concludere che relativamente alle variazioni future dei tassi a lungo termine la struttura a termine non ha contenuto informativo. Questo risultato è in linea con i risultati precedenti ottenuti con dati americani.

Tuttavia è importante sottolineare un altro risultato interessante di questo studio, che offre ulteriore supporto a quanto già trovato in Boero et al., e che riguarda il segno delle velocità di aggiustamento. Quest'ultimo è importante per capire la natura delle variazioni future del tasso di interesse considerato. Sia con riferimento ai tassi a breve termine che ai tassi a lungo termine, le velocità di aggiustamento stimate sono sempre positive. Questo significa che se l'errore di equilibrio stimato è positivo, si avrà un aumento futuro sia del tasso a breve termine che del tasso a lungo termine. Questo risultato è in contrasto con i risultati derivanti dai lavori empirici precedenti basati sull'utilizzo dei tassi di interesse americani, ed è particolarmente interessante in quanto implica la validità della teoria delle aspettative nel prevedere i movimenti futuri sia del tasso a breve che del tasso a lungo termine.

5. Analisi sul contenuto informativo della volatilità

Come già detto nell'introduzione, uno degli aspetti innovativi del lavoro di Boero et al. è che sulla base dei modelli stocastici della struttura a termine, le regressioni utilizzate per analizzare il contenuto informativo vengono estese, includendo tra i regressori una misura della volatilità del tasso di interesse a breve termine come variabile *proxy* di un premio per scadenza variante nel tempo. Tuttavia, l'introduzione di questa variabile in quel lavoro, misurata come media mobile delle variazioni assolute dei tassi di interesse a breve⁵, non ha dato risultati univoci. Infatti se da un lato il coefficiente del termine di volatilità è risultato significativo in molti dei casi considerati, il suo contributo in termini di potere previsivo è sempre risultato marginale, soprattutto nelle regressioni sui tassi a breve.

L'introduzione della stessa *proxy* per il premio a rischio variabile, indicata con la variabile MA6, nei nostri modelli VAR ha prodotto risultati

⁵ Vedere D.P. Simon (1989).

più chiari. Questi sono riepilogati nelle tabelle 7 e 8. Per quanto riguarda i tassi a breve termine, la volatilità risulta significativa solamente con riferimento ad un orizzonte temporale di 6 mesi, tuttavia il suo contributo previsivo è trascurabile, in quanto il potere esplicativo dei modelli VAR stimati risulta praticamente inalterato. Infine, per quanto riguarda i tassi a lungo termine, la volatilità risulta sempre non significativa. Poichè i modelli utilizzati in questo lavoro sono più generali di quelli usati nello studio di Boero et al., in base alle nostre stime possiamo affermare con maggior chiarezza, che il contenuto informativo della struttura a termine tedesca è prevalentemente concentrato nello *spread*, per cui l'introduzione di un premio a rischio variabile non comporta alcun contributo aggiuntivo nella previsione dei tassi futuri.

6. Conclusioni

Per quanto riguarda il contenuto informativo della struttura a termine, questo lavoro conferma i risultati ottenuti in precedenti lavori empirici basati su semplici modelli uniequazionali e sull'utilizzo sia di dati americani che di dati tedeschi: *la struttura a termine ha contenuto informativo rispetto alle variazioni future dei tassi di interesse a breve termine, ma non rispetto alle variazioni future dei tassi a lungo termine.*

Perciò con riferimento all'obiettivo principale del seguente lavoro, possiamo affermare che i risultati relativi al contenuto informativo della struttura a termine non variano al variare della tecnica econometrica utilizzata.

Un secondo risultato importante che conferma i risultati ottenuti in precedenti lavori per la Germania è quello relativo ai segni delle velocità di aggiustamento. Infatti, il seguente lavoro conferma i risultati ottenuti da Boero et al., cioè conferma il segno positivo delle velocità di aggiustamento e quindi la validità della teoria delle aspettative nel prevedere i movimenti futuri sia del tasso a breve che del tasso a lungo termine nella giusta direzione. Questo lavoro contrasta con quanto trovato da lavori precedenti basati sull'utilizzo di dati per gli Stati Uniti secondo cui non solo il coefficiente dello *spread* non è significativo nel prevedere variazioni dei tassi a lungo termine, ma la direzione indicata dal segno del coefficiente è sbagliata.

Infine, per quanto riguarda il ruolo della volatilità, questo lavoro fornisce risultati più chiari rispetto a quelli ottenuti nel lavoro empirico di Boero et al. Infatti in quest'ultimo lavoro, il coefficiente del termine di volatilità pur con un contributo marginale in termini di potere previsivo risultava significativo in molti dei casi considerati. Nel presente lavoro

invece, il coefficiente del termine di volatilità risulta non significativo nella maggior parte dei modelli stimati, e nei pochi casi in cui risulta significativo il suo contributo in termini di potere previsivo risulta ancora una volta marginale. Perciò concludiamo che il contenuto informativo della struttura a termine tedesca è prevalentemente concentrato nello *spread*, per cui gli effetti derivanti dall'inserimento della volatilità del tasso di interesse a breve termine risultano trascurabili.

Ai fini di chiarire il ruolo della volatilità, sarebbe utile verificare se il contributo informativo della struttura a termine migliora inserendo misure della volatilità alternative a quella utilizzata in questo lavoro. Un possibile suggerimento è quello di fare riferimento ai modelli ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedastic*) o più in generale ai modelli GARCH (*Generalized ARCH Models*). Ques'ultimo aspetto rappresenta un interessante spunto per lavori di ricerca futuri.

In conclusione, questo lavoro empirico conferma e rinforza il risultato di Boero et al. secondo cui il differenziale tra tassi di interesse a lungo termine e a breve termine è un buon indicatore delle aspettative del mercato tedesco sull'andamento futuro dei tassi di interesse, e quindi sulla condotta futura della politica monetaria.

Tabella 1
Analisi di stazionarietà dei tassi di interesse a breve e a lungo termine

	lags	τ_{τ}	$\tau_{\beta\tau}$	τ_{μ}	$\tau_{\alpha\mu}$	τ
r_t	1	-1.322	0.282	-1.282	1.253	-0.553
$R3_t$	1	-1.531	1.138	-1.371	1.488	-0.345
$R5_t$	1	-1.645	1.068	-1.517	1.615	-0.374
$Dr_t = r_t - r_{t-1}$	0			-16.503**		
$DR3_t = R3_t - R3_{t-1}$	0			-9.646**		
$DR5_t = R5_t - R5_{t-1}$	0			-9.533**		

** rifiuto dell'ipotesi nulla all'1%

* rifiuto dell'ipotesi nulla al 5%

Tabella 2
Analisi di stazionarietà delle variazioni dei tassi di interesse

	lags	τ_{τ}	$\tau_{\beta\tau}$	τ_{μ}	$\tau_{\alpha\mu}$	τ
$Dr_{t+1} = r_{t+1} - r_t$	0	-16.442**				
$Dr_{t+3} = r_{t+3} - r_t$	5	-4.897**				
$Dr_{t+6} = r_{t+6} - r_t$	5	-4.087**				
$Dr_{t+9} = r_{t+9} - r_t$	1	-2.637	-0.233	-2.655	-0.192	-2.647**
$Dr_{t+12} = r_{t+12} - r_t$	1	-1.850	0.053	-1.856	-0.269	-1.857
$Dr_{t+16} = r_{t+16} - r_t$	1	-1.846	-0.171	-1.817	-0.272	-1.826
$DR3_{t+1} = R3_{t+1} - R3_t$	0	-9.632**				
$DR3_{t+3} = R3_{t+3} - R3_t$	2	-6.595**				
$DR3_{t+6} = R3_{t+6} - R3_t$	1	-3.252	0.289	-3.253*	-0.027	-3.273**
$DR3_{t+9} = R3_{t+9} - R3_t$	0	-1.308	0.430	-1.342	0.438	-1.391
$DR3_{t+12} = R3_{t+12} - R3_t$	0	-1.556	0.696	-1.561	0.239	-1.604
$DR5_{t+1} = R5_{t+1} - R5_t$	0	-9.541**				
$DR5_{t+3} = R5_{t+3} - R5_t$	2	-6.067**				
$DR5_{t+6} = R5_{t+6} - R5_t$	1	-3.334	0.410	-3.331*	-0.040	-3.354**
$DR5_{t+9} = R5_{t+9} - R5_t$	0	-1.512	0.590	-1.495	0.498	-1.548
$DR5_{t+12} = R5_{t+12} - R5_t$	0	-1.106	0.767	-1.122	0.532	-1.199

** rifiuto dell'ipotesi nulla all'1%

* rifiuto dell'ipotesi nulla al 5%

Tabella 3
Analisi di cointegrazione: Stima delle relazioni di lungo periodo

Relazione di L.P.	Coefficiente stimato
$R3_t = \beta_3 r_t + \varepsilon_{3t}$	$\beta_3 = 0.979$
$R5_t = \beta_5 r_t + \varepsilon_{5t}$	$\beta_5 = 0.999$

Tabella 4
Analisi di cointegrazione: Analisi di stazionarietà dei residui

Equazione stimata	τ_{μ}	τ
$\hat{\varepsilon}_{3t} = a_3 \hat{\varepsilon}_{3t-1} + e_{3t}$	-4.121**	
$\hat{\varepsilon}_{5t} = a_5 \hat{\varepsilon}_{5t-1} + e_{5t}$	-3.272	-3.228*

** rifiuto dell'ipotesi nulla all'1%

* rifiuto dell'ipotesi nulla al 5%

Tabella 5
Analisi sul contenuto informativo della struttura a termine.
Relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 3 anni $R3_t$

Modello stimato: Vecm [10]

$$DR_{t+h} = a_1(R3_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}c_i DR_{t+h-i} + \hat{a}d_j DR3_{t+h-j} + e_{1t+h}$$

$$DR3_{t+h} = a_2(R3_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}e_i DR_{t+h-i} + \hat{a}f_j DR3_{t+h-j} + e_{2t+h}$$

h	a_1	t -value	t -prob	a_2	t -value	t -prob	R^2
1	0.178	2.814	0.0057	0.033	1.103	0.2723	0.21
3	0.361	4.675	0.0000	0.080	2.037	0.0439	0.70
6	0.512	6.684	0.0000	0.070	1.794	0.0754	0.85

Tabella 6
Analisi sul contenuto informativo della struttura a termine.
Relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 5 anni $R5_t$

Modello stimato: Vecm [11]

$$Dr_{t+h} = a_1(R5_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}c_i Dr_{t+h-i} + \hat{a}d_j DR5_{t+h-j} + e_{1t+h}$$

$$DR5_{t+h} = a_2(R5_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}e_i Dr_{t+h-i} + \hat{a}f_j DR5_{t+h-j} + e_{2t+h}$$

h	a_1	t -value	t -prob	a_2	t -value	t -prob	R^2
1	0.107	2.306	0.0227	0.016	0.891	0.3744	0.24
3	0.219	3.829	0.0020	0.035	1.498	0.1367	0.73
6	0.328	5.425	0.0000	0.027	1.039	0.3008	0.88

Tabella 7
Analisi sul contenuto informativo della volatilità.
Relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 3 anni $R3_t$

Modello stimato: Vecm [12]

$$Dr_{t+h} = a_1(R3_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}c_i Dr_{t+h-i} + \hat{a}d_j DR3_{t+h-j} + v_1 MA6_t + e_{1t+h}$$

$$DR3_{t+h} = a_2(R3_t - \hat{b}r_t) + \hat{a}e_i Dr_{t+h-i} + \hat{a}f_j DR3_{t+h-j} + v_2 MA6_t + e_{2t+h}$$

h	a_1	t -value	t -prob	a_2	t -value	t -prob	R^2
1	0.200	2.996	0.0033	0.044	1.387	0.1682	0.21
3	0.404	4.940	0.0000	0.106	2.544	0.0123	0.72
6	0.567	6.978	0.0000	0.080	1.865	0.0648	0.86
h	v_1	t -value	t -prob	v_2	t -value	t -prob	
1	-0.112	-1.109	0.2695	-0.030	-0.615	0.5396	
3	-0.220	-1.880	0.0627	-0.061	-1.031	0.3046	
6	-0.278	-2.301	0.0232	-0.030	-0.469	0.6398	

Tabella 8
Analisi sul contenuto informativo della volatilità.
Relazione tra il tasso a un giorno r_t e il tasso a 5 anni $R5_t$

Modello stimato: Vecm [13]

$$Dr_{t+h} = \mathbf{a}_1(R5_t - \hat{\mathbf{b}}r_t) + \hat{\mathbf{a}}c_i Dr_{t+h-i} + \hat{\mathbf{a}}d_j DR5_{t+h-j} + v_1 MA6_t + \mathbf{e}_{1t+h}$$

$$DR5_{t+h} = \mathbf{a}_2(R5_t - \hat{\mathbf{b}}r_t) + \hat{\mathbf{a}}e_i Dr_{t+h-i} + \hat{\mathbf{a}}f_j DR5_{t+h-j} + v_2 MA6_t + \mathbf{e}_{2t+h}$$

h	\mathbf{a}_1	t -value	t -prob	\mathbf{a}_2	t -value	t -prob	R^2
1	0.125	2.479	0.0145	0.028	1.365	0.1747	0.24
3	0.262	4.178	0.0001	0.045	1.721	0.0879	0.74
6	0.383	5.887	0.0000	0.035	1.216	0.2264	0.89
h	v_1	t -value	t -prob	v_2	t -value	t -prob	
1	-0.120	-1.177	0.2414	-0.041	-0.981	0.3285	
3	-0.238	-1.939	0.0549	-0.059	-1.721	0.0879	
6	-0.312	-2.397	0.0182	-0.027	-0.468	0.6405	

Gráfico 1 - Rappresentazione grafica del tasso di interesse a un giorno r_t e della sua differenza prima Dr_t

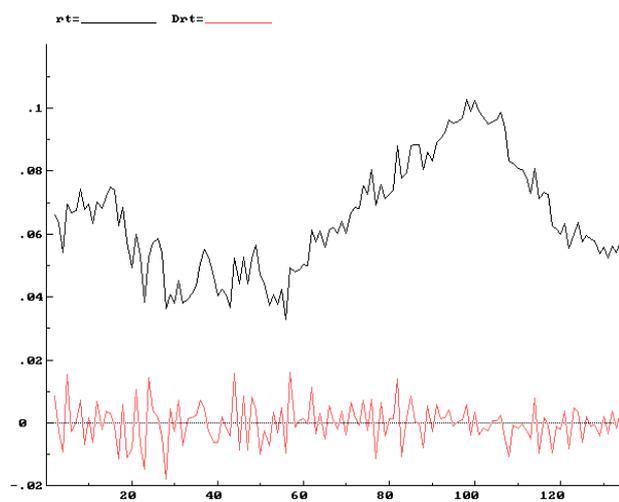


Gráfico 2 - Rappresentazione grafica del tasso di interesse a 3 anni $R3_t$ e della sua differenza prima $DR3_t$

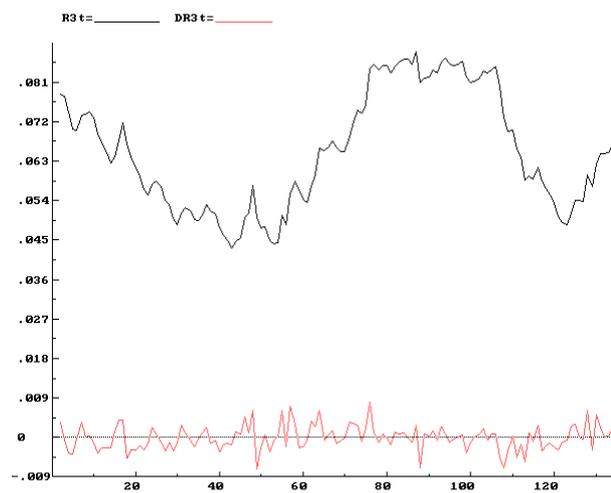
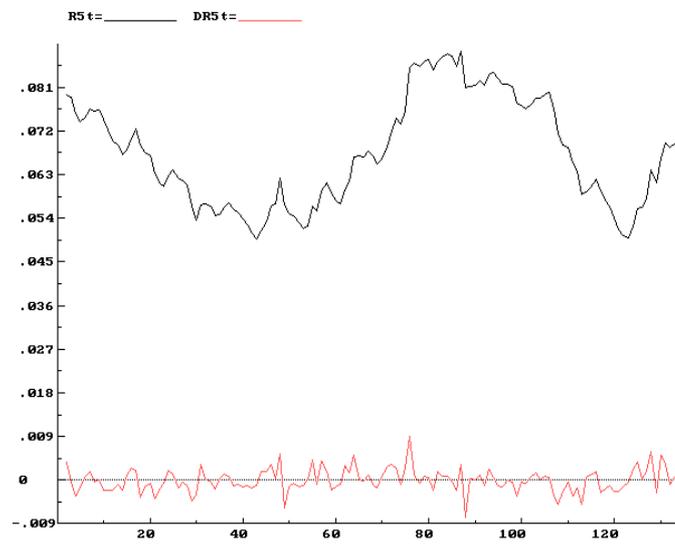


Grafico 3 - Rappresentazione grafica del tasso di interesse a 5 anni $R5_t$ e della sua differenza prima $DR5_t$



Bibliografia

- BOERO G., F. MADJLESSI AND C. TORRICELLI 1995 "The term structure of German interest rates: Tests of the information content" *Diskussionspapier Universitat Karlsruhe*, 187.
- COX J., INGERSOLL J.E. AND S.A.ROSS 1985 a "An Intertemporal General Equilibrium Model of Asset Pricing" *Econometrica* 53, pp. 363-384.
- COX J., INGERSOLL J.E. AND S.A. ROSS 1985 b "A Theory of the Term Structure of Interest Rates" *Econometrica* 53, pp. 385-407.
- DICKEY D. AND W.A. FULLER 1979 "Distribution of the Estimates for Autoregressive Time Series with a Unit Root" *Journal of the American Statistical Association* 74, pp. 427-31.
- DOLADO J., T. JENKINSON AND S. SOSVILLA-RIVERO 1990 "Cointegration and Unit Roots" *Journal of Economic Surveys* 4, pp. 249-73.
- ENGLE R.E. AND C.W.J. GRANGER 1987 "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing" *Econometrica*, 55, pp. 251-76.
- FAMA E.F. 1984 "The information in the term structure" *Journal of Financial Economics* 13, pp. 509-528.
- FAMA E.F. AND BLISS R.R. 1987 "The Information in Long-Maturity Forward Rates" *American Economic Review* 77, pp. 680-692.
- HARDOUVELIS G.A. 1988 "The Predictive Power of the Term Structure During Recent Monetary Regimes" *Journal of Finance* 43, pp. 339-356.
- LONGSTAFF F.A. AND E.S. SCHWARTZ 1992 "Interest Rate Volatility and the Term Structure: a Two Factor Model" *Journal of Finance* 47, pp. 1259-82.
- MANKIW N.G. AND MIRON J.A. 1986 "The Changing Behavior of the Term Structure of Interest Rates" *Quarterly Journal of Economics* 101, pp. 211-228.
- MISHKIN F. 1988 "The Information in the Term Structure: Some Further Results" *Journal of Applied Econometrics* 3, pp. 307-314.
- PONTRELLI M. 1996 "Una analisi econometrica sul contenuto informativo della struttura a termine dei tassi di interesse tedeschi" *Facoltà di Scienze Politiche, Università di Cagliari*.
- RUDEBUSH G.D. 1995 "Federal Reserve Interest Rate Targeting, Rational Expectations, and The Term Structure" *Journal of Monetary Economics* 35, pp. 245-274.
- SHILLER R.J., CAMPBELL J.Y. AND SCHOENHOLTZ K.L. 1983 "Forward Rates and Future Policy: Interpreting the Term Structure of Interest Rates" *Brookings Papers on Economic Activity* 1, pp. 173-224.
- SIMON D.P. 1989 "Expectations and Risk in the Treasury Bill Market: an Instrumental Variables Approach" *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24, pp. 357-365.