

Report n. 141

**Proiezioni demografiche con algoritmi di consistenza
per la popolazione in Italia nel periodo 1997 - 2142:
presentazione dei risultati e confronto
con metodologie di stima alternative**

Alessandro VALENTINI

**Proiezioni demografiche con algoritmi di consistenza per la popolazione
in Italia nel periodo 1997 - 2142: presentazione dei risultati
e confronto con metodologie di stima alternative***

Alessandro Valentini
Dipartimento di Statistica e Matematica Applicata all'Economia
Facoltà di Economia. Università di Pisa
Via Ridolfi 10 – 56125 Pisa
Tel. 050/945317 – Fax 050/945375
e-mail: valentini@ec.unipi.it

Maggio 1999

Abstract

Nel presente lavoro viene illustrata una proiezione demografica a tassi costanti per la popolazione in Italia nel periodo 1997-2142 basata sul modello multiregionale multistato a 36 dimensioni con algoritmi di consistenza e componente migratoria esterna (Report 139, Valentini 1999).

I risultati numerici della proiezione vengono confrontati con quelli derivanti dall'utilizzo di modelli più semplificati ottenuti dall'aggregazione di alcuni stadi o dalla rimozione dei vincoli di consistenza.

Tutte le simulazioni sono state effettuate utilizzando il programma Lipro 3.0 (Van Imhoff, 1994) con i dati ottenuti secondo la metodologia descritta nel Report 132 (Valentini, 1999).

1. Introduzione

Scopo principale del presente lavoro è la presentazione di una proiezione demografica relativa all'evoluzione della popolazione in Italia nel periodo 1997 – 2142 disaggregata per regione, sesso, stato civile e status immigratorio basata sulle ipotesi che i tassi di fecondità, matrimonialità, divorzialità, mortalità, emigrazione e il numero di ingressi dall'estero si mantengano costanti e pari a quelli registrati nel quinquennio 1992-1997.

L'originalità del lavoro non va ricercata tanto nel tipo di scenario proposto, piuttosto inverosimile e che, tra l'altro, fa perdere alla simulazione presentata la pretesa di poter essere considerata come previsione, ma nella innovazione introdotta nella scelta del modello di proiezione, che impone il rispetto della coerenza tra la componente maschile e quella femminile coniugata. Per i dettagli metodologici si veda Van Imhoff (1992).

Infatti tutte le simulazioni sono state effettuate avendo come particolare punto di riferimento la necessità di rispettare il dovuto equilibrio tra maschi e femmine, al fine di evitare distorsioni nelle previsioni di fecondità, problema particolarmente sentito quando la popolazione è sottoposta a massicci flussi immigratori, fortemente differenziati per sesso, problema già accennato in Valentini (1999) nel Report 130.

La presenza di consistenze coniugali è però solo uno dei punti qualificanti del complesso modello multiregionale-multistato, discusso in dettaglio nel Report 132. A queste bisogna infatti aggiungere i vantaggi in termini predittivi che derivano dalla disaggregazione della popolazione non solo per sesso e per stato civile (single, coniugato) ma anche in gruppi

* Il presente lavoro fa parte di un progetto di ricerca avente ad oggetto l'impatto delle immigrazioni internazionali in una popolazione a bassa fecondità (con particolare riferimento all'evoluzione della popolazione italiana) svolto dall'autore presso il Dipartimento di Statistica e Matematica Applicata della Facoltà di Economia di Pisa in collaborazione e sotto la supervisione del Dottor Piero Manfredi. Tale studio è finanziato da una borsa di studio di Ateneo.

comportamentali tra loro più omogenei, ovvero per regione e per status immigratorio. L'esplicitazione della componente non nativa fa crescere i possibili stati civili da due a tre (single, coniugati con nativi e coniugati con immigrate).

Il ricorso ad un sistema così disaggregato, però, dà luogo ad altri tipi di problemi, ovvero quelli relativi al reperimento dei dati per tutti gli stadi (36 nel modello completo) e quelli consistenti nella creazione di procedure ricorsive che consentano di ottenere i risultati numerici. Nel Report 139 ci siamo dilungati su entrambi gli aspetti. Per quanto riguarda il reperimento dei dati abbiamo indicato in dettaglio i passi da seguire per ottenere i 36 vettori della popolazione al censimento del 1991 (che abbiamo poi traslato al 01/01/1992) e tutti i passaggi da uno stadio all'altro registrati nel quinquennio 1992-97. In relazione all'aspetto computazionale, ci siamo limitati a richiamare le principali caratteristiche del programma Lipro 3.0 (Van Imhoff, 1994) ed abbiamo descritto il modo di utilizzazione dello stesso con riferimento al modello multiregionale-multistato.

La disaggregazione della popolazione in stadi fa emergere alcune distorsioni quando si vanno ad effettuare le previsioni riducendo il numero di dimensioni, ovvero quando si "collassano" gli stadi fra loro. L'esistenza di "bias" di aggregazione è stata studiata estensivamente da Rogers (1990 e 1995). Noi stessi, Valentini (1998), ne abbiamo fornito un esempio con riferimento alla sola popolazione femminile e alla sua dimensione territoriale. Nel presente lavoro faremo vedere altri tipi di bias aggregativi, confrontando i risultati numerici che derivano dall'applicazione del modello a 36 stati con quelli associati a due modelli previsivi più aggregati. Il primo perde la sola dimensione territoriale (rimanendo a 12 stati), mentre il secondo perde anche la suddivisione in status immigratorio (riducendosi quindi a soli 4 stati¹).

L'esistenza di algoritmi di consistenza condiziona costantemente il livello delle diverse componenti della popolazione (coniugate, e di riflesso, single) e quindi, di conseguenza, la dinamica temporale del numero complessivo e la struttura per sesso, stato civile e status immigratorio. Nel lavoro ci dilungheremo sulle implicazioni di tali condizionamenti, confrontando le proiezioni consistenti con quelle non consistenti ottenute applicando agli stessi vettori di partenza i medesimi tassi di transizione.

Dopo la specificazione delle ipotesi di base del modello (Paragrafo 2) presenteremo i risultati del primo set di simulazioni (Paragrafo 3), e li confronteremo con le proiezioni fornite da altri istituti (Paragrafo 4) e con quelle che derivano dall'uso di modelli aggregati (Paragrafo 5).

Tutte le simulazioni sono state realizzate tramite il programma Lipro nella versione 3.0 (fino a questo momento la più recente in commercio), ricorrendo all'algoritmo lineare per la stima dei tassi di transizione nel periodo 1992-96 e per il calcolo dei relativi eventi dal 1997 al 2142. Il mancato utilizzo del modello esponenziale è dovuto in parte alla mancata convergenza nella stima dei parametri del sistema completo, e dall'altra all'inesistenza di differenze significative rispetto al sistema lineare.

L'ultima parte del lavoro (Paragrafo 6) è dedicata all'analisi di dettaglio delle implicazioni dell'algoritmo di consistenza.

2. Le ipotesi di base

La popolazione che costituisce la base per le proiezioni è quella residente in Italia alla data del primo Gennaio 1997, stimata a partire dalla popolazione residente al censimento del 1991 (per

¹ Due sessi e due stati civili (single, coniugato). Mancando la suddivisione tra immigrati ed autoctoni viene meno anche la distinzione tra coniugati con autoctoni e coniugati con immigrati. Il risultato di tale simulazione è già stato presentato nel Report 139.

ipotesi traslata alla fine dell'anno) e degli eventi intercorsi tra il 1992 ed il 1996 (c.d. periodo di base). Tuttavia nel proseguo del lavoro le proiezioni saranno estese a tutto il periodo 1992 - 2142, diventando il 1992 la vera base. Questo perché la stima della popolazione al 1997 non è univoca, ma dipende dal tipo di modello adottato (numero di stadi, presenza o assenza di algoritmi di consistenza).

Alla data del 20/10/1991 il numero di residenti in Italia assomma a 56.760.468 unità. Vive nel Nord, nel Centro e nel Sud rispettivamente² il 44,6%, il 19,2% e il 36,2% del totale. Il contingente di immigrati è limitato a 356.159 unità, a significare che negli anni antecedenti l'immigrazione si è manifestata come un fenomeno alquanto circoscritto. La percentuale di maschi è più alta per gli immigrati (53%) che per gli autoctoni (48,5%). I coniugati sono complessivamente 27.403.155, il 48% della popolazione totale.

Come già anticipato nell'introduzione, nel seguito assumeremo che i patterns di fecondità, mortalità ed emigrazione rilevati nel quinquennio 1992-96 (periodo di base) si mantengano costanti nel tempo (a meno di parziali modifiche necessarie per rispettare i vincoli di consistenza). Possiamo esaminare la struttura di alcuni di questi coefficienti ricorrendo ad indicatori sintetici quali le speranze di vita alla nascita e i tassi netti di riproduzione per i diversi gruppi.

La speranza di vita alla nascita si differenzia in funzione del sesso e della regione di residenza. Essa è infatti di 72,8; 74,4 e 73,0 anni rispettivamente per i maschi del Nord, del Centro e del Sud, e di 80,4; 80,2 e 78,9 anni per le femmine delle tre regioni. Per quanto riguarda la media nazionale, essa è di circa 73 anni per gli uomini e di 80 anni per le donne.

I tassi di fecondità femminili non dipendono solo dalla regione di residenza, ma anche dallo stato civile e dallo status immigratorio, secondo la regola che la fecondità legittima è più alta di quella illegittima e la fecondità delle immigrate è maggiore di quella delle autoctone.

La serie dei tassi netti di riproduzione può essere compattata in vari modi, facendo emergere dei valori "medi"³ di più facile lettura.

Per quanto riguarda la dimensione territoriale, notare che il tasso di riproduzione è di 0,49 nel Nord, di 0,5 nel Centro e di 0,69 nel Sud. In relazione poi allo stato civile e a quello immigratorio, valgono i seguenti tassi registrati nel periodo di base:

Autoctone Single (ASL)	=	0,130
Autoctone Coniugate con Autoctone (ACA)	=	0,953
Autoctone Coniugate con Immigrati (ACI)	=	0,713
Immigrate Single (ISL)	=	0,317
Immigrate Coniugate con Autoctone (ICA)	=	0,669
Immigrate Coniugate con Immigrate (ICI)	=	1,230

Ne risulta che il tasso netto di riproduzione per le donne residenti in Italia è pari a 0,571. Dato che, come si ricorderà, le figlie generate da donne autoctone (single o coniugate) o da quelle immigrate coniugate con autoctone sono considerate come nascite autoctone, il tasso netto di riproduzione medio per le autoctone che ne emerge è di 0,572, mentre quello per le immigrate (che comprende solo le nascite da donne immigrate single o coniugate con immigrati) è di 0,486.

² Si ricorda che, in base alla classificazione Istat, vedi per esempio Istat (1997), fanno parte del Nord il Piemonte, la Valle d'Aosta, la Lombardia e la Liguria. Sono comprese nel Centro la Toscana, l'Umbria, le Marche e il Lazio. Rientrano nel Sud le restanti regioni.

³ I pesi adottati per il calcolo dei tassi medi sono le Persone Anno registrate nel periodo di base (1992-96) per ciascuno dei gruppi indicati. Dato che i pesi sono destinati a modificarsi nel corso del tempo, solo i dati disaggregati possono essere considerati come indicatori corretti delle tendenze in atto.

Per quanto riguarda gli ingressi dall'estero, assumeremo che i numeri assoluti del quinquennio 1992-97 e le relative strutture per sesso, per età e per stato civile, rimangano costanti nel tempo. Così la popolazione sarà sottoposta a 105.177 input esogeni l'anno, con destinazione il Nord nel 57,6% dei casi, il Centro nel 26,8% ed il Sud nel residuo 15,6%. Meno del 10% degli entranti è sposato, il 56% è di sesso maschile e l'età media è di circa 27,4 anni.

L'ipotesi di invarianza temporale vale anche per tutti i tassi di transizione da uno stadio all'altro rilevati nel periodo di base, ma non menzionati fino a questo momento. E' questo il caso dei tassi di matrimonialità, di quelli di emigrazione da una regione all'altra e all'estero, di divorzialità e di naturalizzazione (per i soli immigrati).

A differenza della mortalità e dell'emigrazione, però, non siamo in grado di sintetizzare la struttura di tutti i tassi mediante un indicatore semplice, non tanto a causa mancanza di misure teoriche di riferimento⁴, quanto per la loro molteplicità, avendo a che fare con 186 vettori⁵!

Si consideri inoltre il non trascurabile fatto che il valore assoluto dei coefficienti di transizione non è di per sé significativo, in quanto, pur operando con uno scenario teoricamente costante, gli eventi sottostanti sono sottoposti a continue modifiche temporali al fine di rispettare le relazioni di consistenza tra la componente maschile e quella femminile coniugata di ogni status e regione.

3. I principali risultati numerici delle proiezioni

Nella presente sezione verranno esaminati i più importanti risultati numerici delle proiezioni demografiche relative all'evoluzione della popolazione in Italia nel periodo 1992-2142, secondo il modello multiregionale-multistato con algoritmi di consistenza, sotto le ipotesi specificate nel paragrafo precedente. Tali risultati sono riassunti nelle Tavole 1, 2 e 3 e nei Grafici da 1 a 6, che verranno puntualmente commentati ed interpretati.

La Tavola 1 riporta la serie storica della popolazione totale (in migliaia) per ciascuno dei due sessi, disaggregata per regione e per stato civile, a partire dall'anno base (1992) fino a quello finale (2142). Come già ricordato nel Paragrafo 2, le etichette ASL, ACA, ACI, ISL, ICA e ICI stanno rispettivamente per Autoctoni SingLe, Autoctoni Coniugati con Autoctone, Autoctoni (maschi) Coniugati con Immigrate, Immigrati SingLe, Immigrati (maschi) Coniugati con Autoctone e Immigrati Coniugati con Immigrate. Il numero alla destra dell'etichetta indica invece la regione: 1 per il Nord, 2 per il Centro e 3 per il Sud.

I dati della Tavola 1 sono difficili da maneggiare e da essere interpretati. Per questo è necessario riorganizzarli in forma più aggregata. Per tale ragione nella Tavola 2 vengono riportate le strutture percentuali per status migratorio (autoctono, immigrato), per regione (Nord, Centro e Sud) e per sesso. Nella Tavola 3 vengono invece riepilogati i vari stati civili. Queste informazioni non sono però ancora sufficienti per spiegare l'andamento della popolazione totale nel periodo di proiezione. Manca infatti la descrizione della dinamica temporale delle nascite, che viene inserita nella Tavola 2. E' poi del tutto omessa la strutturazione della popolazione per età, lacuna che viene colmata inserendo nella Tavola 3

⁴ Si considerino per esempio il tasso di migratorietà totale (TMT), quello di nuzialità totale (TNT) e quello di divorzialità totale (TDT), descritti in qualsiasi testo di demografia di base, vedi per esempio Livi Bacci (1990).

⁵ $24 (=4*3*2)$ ciascuno per vedovanze (e divorzi) e per nuovi matrimoni, essendo 4 gli status coniugali per ogni regione. 36 per le emigrazioni all'estero, $72 (=36*2)$ per le emigrazioni interne, essendo 3-1 le regioni di destinazione di ciascun vettore (nell'ipotesi di indipendenza trattata nel Report 139); $30 (=3*3*2 + 2*3*2)$ per le naturalizzazioni, essendo 3 gli status coniugali per gli immigrati, e spostandosi lo stadio di appartenenza per il coniuge.

alcuni indicatori sintetici della struttura (composizione percentuale delle classi più significative, età media, indice di vecchiaia⁶ e indice di dipendenza demografica⁷).

Da una prima, sommaria, analisi dei risultati della simulazione possiamo notare che il dato principale che emerge è quello di un marcato declino della popolazione, cui si associa la continua crescita della quota di immigrati ed un forte invecchiamento. Se le ipotesi del lavoro risulteranno confermate, la popolazione si ridurrà di quasi 5 volte in appena 150 anni, passando dai 57 attuali a poco più di 13 milioni nel 2142. La percentuale di immigrati, quasi nulla nel 1992, crescerà di conseguenza fino a raggiungere quasi il 41% del totale nel 2142. L'età media salirà da 40 a 53 anni, e la popolazione non attiva (giovani + anziani) crescerà di 11 punti percentuali, passando dal 38,2% al 47,4%.

Il declino numerico e l'invecchiamento previsti da questo scenario sono elementi che devono essere valutati molto attentamente dalle autorità politiche, in quanto molto deleteri da diversi punti di vista. In primo luogo perché, a lungo andare, possono far perdere di competitività all'Italia rispetto ad altri Paesi, magari in via di sviluppo e tecnologicamente arretrati, che però abbondano di forza lavoro giovane. Inoltre perché l'aumento rapido e marcato nella percentuale di anziani causerà senz'altro gravi problemi sull'assetto sociale ed economico, compresa la necessità di ridisegnare completamente il sistema previdenziale e della sicurezza sociale.

E' importante poi riflettere sul fatto che nei prossimi anni la popolazione subirà profonde trasformazioni, non solo sul numero complessivo e nella struttura per età, ma anche sulla composizione territoriale, etnica, per sesso, per stato civile e per età. Infatti si assisterà alla crescita marcata della componente immigrata e ad una redistribuzione territoriale che nel lungo periodo favorirà il Nord e il Centro a discapito del Sud. Si verificherà inoltre una profonda trasformazione nell'assetto per stato civile, registrandosi nel lungo termine la dominanza dei single rispetto ai coniugati, e ci sarà una variazione di rilievo nella composizione per sesso.

3.1 L'andamento speculare delle due componenti: autoctona e immigrata

La dinamica della popolazione complessiva, come si nota dal Grafico 1, non è omogenea per autoctoni e immigrati, ma anzi segue un andamento di tipo speculare per i due gruppi: fortemente decrescente per gli autoctoni e crescente (anche se in misura numericamente inferiore) per gli immigrati. Questo provoca la crescita della percentuale di non nativi sulla popolazione complessiva dal livello dell'1,4% registrato nel 1997 a quello del 40,5% nel 2142.

Un andamento così differenziato dipende da varie cause. In primo luogo il declino della popolazione nativa è dovuto al fatto che il tasso netto di riproduzione medio delle donne che generano figli autoctoni (autoctone single, autoctone coniugate, immigrate coniugate con autoctoni) è inferiore all'unità ($NRR = 0,572$; $r = -0,186$ circa). La tendenza alla riduzione è in parte rallentata, nel brevissimo periodo, a causa della favorevole struttura per età del 1992, vedi Grafico 6. Tuttavia, a regime, un tasso di decrescita così marcato è foriero di dimezzamento in appena 37 anni, e della riduzione ad 1/5 del contingente di partenza in meno di un secolo.

Anche la componente immigrata, almeno nel periodo di base, presenta un tasso netto di riproduzione negativo, e quindi nel lungo periodo raggiungerà lo stato stazionario, come previsto da Arthur e al. (1982). Tuttavia negli anni di osservazione continua a crescere, ciò a

⁶ L'Indice di Vecchiaia (IV) esprime il rapporto tra la popolazione con oltre 65 anni e quella tra 0 e 20 anni.

⁷ L'Indice di Dipendenza demografica (ID) è calcolato come il rapporto tra la popolazione non attiva (somma di quella tra 0 e 20 anni e di quella con oltre 65 anni) e quella attiva (tra 21 e 65 anni).

causa del fatto che il numero di ingressi per anno a partire dal 1992 risulta superiore rispetto al numero di ingressi registrati negli anni precedenti⁸.

L'aumento nella componente immigrata e il declino progressivo di quella autoctona comportano una continua crescita nel tempo del peso dei non nativi rispetto alla popolazione complessiva. Questo fatto è molto rilevante da diversi punti di vista. In primo luogo perché pone un grosso problema di assorbimento sociale degli immigrati, a sua volta reso più "drammatico" dalla rapidità di sviluppo del fenomeno. Un indicatore indiretto della difficoltà di integrazione può essere fornito dalla scarsa crescita nella presenza di coppie miste (ACI e ICA), come si nota dalla Tavola 3. Tale indicatore deve però essere valutato con estrema attenzione, in quanto il modello comportamentale di riferimento del modello è quello del quinquennio 1992-96, in cui l'immigrazione è ancora un fenomeno assolutamente marginale (e la quasi totalità degli immigrati è single).

La modifica nella composizione per stato civile è solo una delle conseguenze che derivano dalla crescita demografica della popolazione immigrata rispetto a quella autoctona. Infatti la tendenza in atto comporterà variazioni anche nella struttura territoriale e per sesso, come vedremo in dettaglio nei seguenti paragrafi.

3.2 La composizione territoriale

Il declino che la nostra popolazione registrerà nei prossimi anni non avverrà in maniera omogenea su tutto il territorio nazionale, ma presenterà peculiarità regionali derivanti dalla diversa azione di due variabili: fecondità e immigrazione. Da trascurare sono invece gli effetti ascrivibili alla mortalità ed alle migrazioni interne. Questo perché la speranza di vita alla nascita è molto simile in tutto il territorio nazionale, e inoltre perché le migrazioni da una regione all'altra sono poco rilevanti rispetto a quelle provenienti dall'estero. Come si vede dal Grafico 2, la quota di ciascuna regione (ad eccezione del Centro) segue una dinamica diversa nel secondo periodo di proiezione rispetto al primo. Infatti nella prima fase risulterà determinante l'azione della fecondità, mentre successivamente le immigrazioni faranno sentire il loro peso. La componente non nativa sulla popolazione complessiva nel 2142 sarà infatti del 40,5%, così disaggregata: il 40% nel Nord, il 44% nel Centro e "solo" il 25% nel Sud.

Esaminando il Grafico 2 si nota che il peso del Nord si ridurrà (anche se molto dolcemente) nei primi 100 anni della proiezione, salvo poi crescere nuovamente dal 2092 in poi, e raggiungere una quota (il 41%) di poco più bassa di quella di partenza (44%) nel 2142. Tale strano andamento deriva dal fatto che le regioni settentrionali sono quelle con la più bassa fecondità autoctona, ma al tempo stesso quelle con più forte attrazione immigratoria (tanto che vi si indirizza oltre il 57% degli entranti). La negativa dinamica che deriva dalla componente naturale è contrastata dal saldo positivo con l'estero non appena le immigrazioni diventano numericamente rilevanti.

Il Sud presenta invece un andamento diametralmente opposto rispetto a quello del Nord: il suo peso relativo cresce in un primo momento, per poi ridursi successivamente. Questo perché il vantaggio derivante dalla relativamente maggiore fecondità degli autoctoni rispetto alle altre regioni è completamente annullato per effetto del minore potenziale attrattivo di ingressi dall'estero (pari solo al 15,6% del totale). Se Nord e Sud nel complesso perdono di peso nel 2142 rispetto ai valori del 1992, il contrario accade per il Centro, che infatti passa dal 19 al 25% seguendo una dinamica sempre crescente (di tipo esponenziale). Questo per il fatto che la bassa fecondità autoctona è integrata da una buona quota di ingressi dall'estero.

⁸ Dato che il tasso netto di riproduzione delle ICI è maggiore di 1 è probabile (dipenderà poi dai pesi delle diverse componenti) che la crescita della componente immigrata non abbia termine.

3.3. La composizione per sesso

La composizione per sesso della popolazione complessiva non rimane stabile nel tempo, ma anzi risulta molto sensibile alle dinamiche in atto nelle altre variabili. Come vedremo in dettaglio nel Paragrafo 5, tali dinamiche sono in parte "sterilizzate" a causa della presenza di vincoli di consistenza che si riscontrano tra le componenti immigrate.

Per esaminare la variazione della struttura per sesso nel tempo possiamo utilizzare un indicatore molto semplice, ma nel contempo efficace: il rapporto tra maschi e femmine. Come si vede dal Grafico 5, l'indicatore in oggetto presenta una tendenza di tipo crescente per l'intera popolazione, tale per cui il numero dei maschi nel lungo periodo supererà quello delle femmine, invertendo la situazione attuale in cui esso è inferiore a 0,95. Un andamento di fondo del genere è difficilmente spiegabile se non si disaggrega il rapporto nelle sue due componenti: autoctona e immigrata.

Per quanto riguarda gli autoctoni, la quota di maschi è decrescente nel tempo, e converge con una dinamica oscillatoria verso il punto di minimo. In equilibrio la percentuale di donne sarà superiore rispetto a quella di uomini perché, pur essendo le nascite maschili maggiori di quelle femminili, la speranza di vita alla nascita femminile è molto più alta di quella maschile. Il rapporto di equilibrio di lungo periodo tra maschi e femmine è ricavabile in modo "esatto" seguendo un procedimento molto semplice qualora si ipotizzi uno stato stazionario in cui il numero di nascite femminili sia pari a B , che nascano $1+\alpha$ maschi per ogni 100 femmine, e che la speranza di vita alla nascita sia di $e_0(M)$ e $e_0(F)$ rispettivamente per i maschi e per le femmine. I relativi contingenti stazionari saranno:

$$M = (1 + \alpha) B e_0(M) \quad [1]$$

$$F = B e_0(F) \quad [2]$$

$$\text{da cui } \frac{M}{F} = (1 + \alpha) \frac{e_0(M)}{e_0(F)} \quad [3]$$

Per esempio la speranza di vita alla nascita utilizzata nel lavoro è di circa 73 anni per gli uomini e di 80 anni per le donne, inoltre $\alpha=1,05$ (in media). Ciò significa che nel lungo periodo (in assenza di fattori esogeni) il rapporto tra i due sessi dovrebbe tendere al livello di 0,96, un valore non molto dissimile ma più alto rispetto a quello effettivamente registrato nel 2142 per la nostra simulazione. Questo perché nel nostro caso la popolazione non diventa stazionaria ma continua a declinare e le femmine sono più longeve⁹.

Per gli immigrati le relazioni formali enunciate sopra non valgono, in quanto non comprendono le differenze per sesso che si possono riscontrare nei flussi in ingresso. Sotto le nostre ipotesi, per esempio, a partire dal 1992 il vettore degli entranti è costituito per circa il 56% da maschi (per cui il rapporto maschi / femmine è di oltre 1,27). Ciò comporta una impennata iniziale nel valore dell'indicatore (pari ad 1,12 per la popolazione immigrata residente nel 1992) fino al raggiungimento del punto di massimo, all'incirca nel 2027. Al di là di tale data, la percentuale di maschi comincia a decrescere: ciò perché la mortalità, molto più incisiva per gli uomini, inizia a manifestare i suoi effetti, ed anche perché il vettore di nascite da immigrati (con rapporto tra i sessi alla nascita più basso e di circa 1,05), divenuta ormai la struttura stabile, fa sentire il suo peso¹⁰.

⁹ Si consideri che nello stato stazionario il numero di componenti ciascuna classe rimane costante, mentre in quella stabile in declino si riduce in maniera proporzionale, con una presenza numerica di anziani sempre più alta di quella dei giovani. Tuttavia dal Paragrafo 2 sappiamo che la sopravvivenza femminile nelle età avanzate è maggiore di quella maschile.

¹⁰ Si ricorda che le nascite maschili sono sempre maggiori di quelle femminili per il rapporto 1,05. Al crescere della consistenza del gruppo degli immigrati nati da immigrate (single, o coniugate con immigrati), il rapporto tra i sessi determinato principalmente dai flussi in ingresso tende ad avvicinarsi verso questo valore.

Si consideri infine una particolarità, ovvero che il rapporto tra i sessi tende sempre ad aumentare per la popolazione complessiva (salvo il ventennio 2032-2052), mentre continua sempre a ridursi per le sue due componenti: nativa e immigrata. Ciò è ascrivibile al c.d. paradosso della media aritmetica, ovvero all'aumento progressivo del peso della componente che assume valori più alti, anche se si riducono nel tempo, (la popolazione immigrata), come emerge con chiarezza dal Grafico 1.

3.4 La struttura per età

Come abbiamo accennato in precedenza, la tendenza all'invecchiamento è un fenomeno molto deleterio per qualsiasi Paese, questo da molti punti di vista. Per esempio si può verificare che il sistema produttivo perda di competitività rispetto ad altre realtà tecnologicamente arretrate ma con forza lavoro più giovane. Inoltre lo stesso sistema di sicurezza sociale del Paese è a rischio di fallimento, risultando la perdita dell'equilibrio nel sistema pensionistico solo uno di questi aspetti. Si pensi infatti ai problemi connessi con l'assistenza agli anziani, con la creazione di strutture sanitarie e ricreative, ecc..

Per avere un'idea della dinamica della struttura per età nel periodo di proiezione si consideri la Tavola 3, in cui è riportata la percentuale di cittadini nei tre macro gruppi: 0 – 20 (giovani, in età scolare); 21 – 64 (persone in età lavorativa) e ≥ 65 (anziani, pensionati). Come si vede dalla stessa Tavola, la struttura per età può poi essere sintetizzata per mezzo di alcuni indicatori: l'età media, l'indice di vecchiaia (IV), ovvero il rapporto tra gli anziani e i giovani, l'indice di dipendenza (ID), cioè il rapporto tra non attivi (giovani e anziani) e attivi (persone in età lavorativa).

Nel Grafico 3 in particolare è indicata la dinamica dell'età media per la popolazione totale e per le tre regioni che la compongono. Come del tutto atteso in virtù delle ipotesi in merito alla fecondità ed alla mortalità regionale, il Nord risulta la regione più anziana (perché è nel contempo quella con più bassa fecondità e maggiore longevità), mentre il Sud è quella più giovane (in quanto presenta tassi di fecondità più alti, anche se abbondantemente al di sotto del livello di rimpiazzo, e una minore speranza di vita alla nascita).

L'età media della popolazione complessiva tende a convergere verso quella delle regioni Settentrionali (più popolate), passando da 40 anni nel 1992 ad oltre 53 anni nel 2142. Nel periodo in esame tale indicatore segue però un andamento alquanto strano, separabile in tre distinti intervalli:

- il primo dal 1992 al 2047 di marcata crescita, a causa del progressivo invecchiamento delle generazioni del baby boom
- il secondo dal 2047 al 2072 di quasi impercettibile riduzione, conseguente alla definitiva uscita dei baby boomers
- il terzo (a partire dal 2072) legato all'invecchiamento della popolazione immigrata, che ormai è divenuta "matura" e numericamente rilevante.

Si veda il Grafico 6 in cui è stata riportata la struttura per età della popolazione complessiva al tempo iniziale (1992), nonché per un istante specifico di ciascuno dei tre periodi: il 2022 (invecchiamento coorte di nati nel periodo 1960-65), il 2052 (struttura in cui la crescita dell'età media subisce una temporanea interruzione) ed il 2142 (anno in cui la struttura ha raggiunto il suo stato ergodico).

Visto che sia gli autoctoni che gli immigrati giocano un ruolo peculiare nella tendenza all'invecchiamento per la popolazione complessiva, risulta di interesse esaminare separatamente l'età media per le due componenti, vedi Grafico 4. Tale indicatore per la popolazione autoctona raggiunge il suo massimo nel 2046, per le cause note, e successivamente declina leggermente prima di diventare stazionario, a conferma del fatto che tale componente in meno di un secolo raggiunge il suo stato stabile (in declino).

Se esaminiamo l'età media per gli immigrati, notiamo che l'indicatore cresce sempre nel periodo in esame, passando nel periodo di osservazione da 33 a oltre 55 anni, questo perché il quinquennio 1992-96 risulta il punto di svolta da un numero relativamente basso di ingressi, concentrati nelle età lavorative, ad un fenomeno strutturato e temporalmente radicato, in cui gli entranti sono sottoposti al progressivo invecchiamento proprio come gli autoctoni. A differenza di questi ultimi, però, che entrano nella popolazione all'esatta età 0 (via nascite), diventano componenti della popolazione di destinazione in un momento successivo (via ingressi). Tale fenomeno, illustrato teoricamente da Schmertmann (1992), comporta una struttura per età di equilibrio più vecchia di quella dei nativi e quindi una età media più alta.

Dal ragionamento appena fatto bisogna escludere i figli di immigrate single e coniugate con immigrati (che sono ingressi in età zero di immigrati) nonché i naturalizzati (che sono ingressi in età avanzata di non nativi). Tuttavia queste eccezioni sono trascurabili in quanto non numericamente significative.

La notevole crescita dell'età media per gli immigrati, in combinazione con l'aumento progressivo del peso di tale componente, è la giustificazione della ripresa all'aumento dell'età media per l'intera popolazione dal 2072 in poi. Come conseguenza l'indice di vecchiaia (IV) salirà da 0,73 a 2,99 nel lungo termine, l'indice di dipendenza (ID) da 0,62 a 0,90. La crescita di tali indicatori non avverrà "dolcemente" lungo l'intero periodo di osservazione, ma anzi si verificherà molto repentinamente in corrispondenza con l'uscita dei baby boomers dalla popolazione.

Il fatto che il progressivo deterioramento della struttura per età si verifichi in un intervallo temporale così limitato accresce la drammaticità dei problemi cui si faceva cenno all'inizio del Paragrafo, rendendo di estrema attualità la necessità di ridisegnare completamente lo stato sociale, il sistema sanitario, ecc.. Si tratta di questioni di tipo certamente economico, ma anche sociologico e psicologico che non possono essere affrontate in poche righe, e per le quali molti autori hanno dato contributi notevoli. Si vedano su tutti i lavori di Golini (1997).

3.5. La composizione per stato civile

La popolazione, sottoposta a partire dal 1997 ai tassi di transizione registrati nel quinquennio 1992-96, modifica nel lungo periodo la sua struttura per età, per sesso, per status immigratorio e per stato civile. In particolare registra una forte contrazione nella percentuale di coniugati (vedere Tavola 3) che passa dal 49% al 33%. Il dato grezzo nasconde il profondo cambiamento che si viene a creare nell'ambito dei quattro status coniugali. Se infatti nel 1992 la quasi totalità delle coppie è costituita da coniugi entrambi autoctoni, nel 2142 ciò non è più vero, in quanto nel 30% dei casi almeno uno dei coniugi è immigrato, con una maggiore prevalenza di coppie miste (6,7%) rispetto alle coppie di immigrati (3,9%).

Questo fatto dipende dall'interazione tra diversi fattori. In primo luogo il numero di coniugati autoctoni converge verso un punto di equilibrio stabile determinato dai tassi di matrimonialità, di divorzialità e di vedovanza registrati nel periodo 1992-96. La quota dei coniugati tra gli immigrati dipende invece, oltre che da questi tassi, anche dalla percentuale di coniugati tra gli entranti, che è veramente bassa (inferiore all'8% degli ingressi annui). Questa osservazione ci permette anche di capire perché la percentuale di immigrati single cresce fortemente nel corso del tempo, diventando lo stato civile modale nel 2142. La riduzione della percentuale di autoctoni (single e coniugati) è invece nella logica dei fatti, in quanto deriva dalla perdita progressiva di peso di tale gruppo etnico (vedi Grafico 1).

Visto che la maggior parte delle nascite è legittima, la sola riduzione del numero di donne coniugate (e quindi "a rischio" di far figli) implica un abbassamento nel numero di figli messi al mondo, a parità di tassi di fecondità rispetto al periodo di base (1992-96). Si veda a tal proposito la Tavola 2.

L'abbassamento della fecondità derivante da un minore afflusso di donne verso lo stato coniugale si inquadra nel più generale effetto di ritardo nel passaggio da uno stadio all'altro in un sistema multistato, fenomeno ben evidenziato da Manfredi e Billari (1997) con riferimento agli effetti deleteri sulla fecondità associati al processo di ritardo nella transizione verso lo stato adulto.

4. Il confronto con altre previsioni

Il problema di prevedere quanti saremo nel futuro è sempre stato molto sentito, non solo dai demografi, ma anche e specialmente dai politici, per poter prendere decisioni coerenti in merito alla costruzione di infrastrutture, scuole, ospedali, ecc. Per tali ragioni, specie in questi ultimi anni, c'è stata una proliferazione di previsioni demografiche, che danno risultati spesso contrastanti l'una dall'altra. Questo perché sono basate su ipotesi diverse (nessuno è in grado di prevedere con esattezza il futuro!), e talvolta fanno riferimento a contesti territoriali non omogenei.

Vediamo ora di confrontare, per quanto è possibile, i risultati delle nostre simulazioni con quelli dei due più importanti istituti di ricerca Italiani relativi allo studio della popolazione, ovvero l'Istat e l'Istituto di Ricerche sulla Popolazione (Irp).

E' interessante notare che le eventuali differenze che emergeranno dalle comparazioni non sono ascrivibili solo alle disuguali ipotesi di base, ma anche allo stesso modello di previsione utilizzato. Il nostro sistema di proiezione si basa sul c.d. algoritmo della media armonica per risolvere i problemi connessi alla mancata consistenza tra componente maschile e femminile coniugata. L'Istat e l'Irp, invece, ignorano tale problema, utilizzando il metodo della c.d. dominanza femminile, facendo cioè "girare" i due sessi separatamente.

4.1. Le previsioni dell'Istat

Le più recenti previsioni Istat (1997) hanno come punto di partenza la popolazione residente nelle regioni italiane il 01/01/1996, e si estendono fino al 2050. Si basano su tre scenari alternativi: quello "basso", quello "intermedio" (considerato come il più probabile) e quello "alto". In tutti e tre i casi sono previste sia le migrazioni interne che quelle internazionali, è attesa una riduzione più o meno marcata della mortalità e una certa ripresa della fecondità (ad eccezione dell'ipotesi bassa).

La mancata ripresa della fecondità che caratterizza la variante bassa rende questa ipotesi molto simile rispetto alle nostre assunzioni, ovvero, come si ricorderà, all'assenza di variazioni nei tassi rispetto a quelli registrati nel quinquennio 1992 - 96. Restano comunque le differenze, legate essenzialmente all'allungamento della vita media (da noi non previsto) e ad una stima del saldo netto con l'estero di sole 35.000 unità l'anno (senz'altro inferiore rispetto ai nostri 105.000 ingressi, cui bisognerà sottrarre le uscite).

La popolazione in Italia nel 2050, secondo gli scenari delineati, è riassunta nella Tavola 4.

Tavola 4. Popolazione residente in Italia (in milioni) nel 2050 secondo le tre varianti Istat

	Alta	Intermedia	Bassa	Nostra stima
Nord	24.053	19.456	16.190	15.290
Centro	10.938	9.202	7.504	7.553
Sud	19.292	17.340	14.352	13.823
Totale	54.283	45.998	38.046	36.666

Confrontiamo ora i risultati della Variante Bassa con quelli delle nostre simulazioni, per l'anno 2050¹¹. Ne emerge per noi un totale di poco meno di 36 milioni, circa che sottostima di circa un milione e mezzo il risultato Istat. Questo perché, nonostante la sottovalutazione delle immigrazioni, l'Istat prevede un aumento nella speranza di vita di circa 3 anni sia per i maschi che per le femmine. Le differenze riguardano anche la composizione territoriale, dato che le stime Istat prevedono che il 42,5% della popolazione viva nel Nord, il 19,7% nel Centro ed il residuo 37,8% nel sud. Secondo i nostri calcoli le percentuali sono rispettivamente il 41,8; il 20,5 e il 37,7.

Da notare poi che la quota di maschi predetta dall'Istituto di Statistica (48,3%) risulta inferiore rispetto a quella della nostra simulazione (49,5%). Questo per effetto dell'algoritmo di consistenza e della mancata previsione di congrui flussi di ingresso dall'estero (in prevalenza di sesso maschile).

4.2. Le previsioni Irp

Le ultime previsioni Irp hanno come base la popolazione residente in Italia il 01/01/1994, ripartita per regione, sotto tre diversi scenari di fecondità e mortalità e 4 scenari aggiuntivi con immigrazione internazionale.

Il confronto tra i risultati dell'Irp e le nostre simulazioni risulta molto difficile, e ciò nonostante il fatto che, come si ricorderà (vedi Report 139), noi abbiamo utilizzato la stessa struttura per età di partenza, pur riferendola al numero di residenti al censimento del 1991. Questo perché le ipotesi in merito ai flussi migratori (interni e internazionali), alla fecondità e alla mortalità sono profondamente diverse rispetto a quelle di nostra formulazione. La variante che più si avvicina al nostro caso è la BA, che prevede fecondità costante ($NRR=0,63$ circa), mortalità in declino, 100.000 ingressi l'anno dall'estero, assenza di migrazioni interne e stock di immigrati nel 1994 pari a 600.000 unità. I risultati numerici di queste proiezioni si estendono fino al 2024 e non vengono disaggregati per sesso e per regione. La popolazione totale che risulta a tale data è di oltre 56 milioni di abitanti, ben superiore rispetto alla nostra stima¹² di circa 49 milioni. La grande differenza sui numeri assoluti dipende dalle non comparabili ipotesi di base su fecondità, sopravvivenza e migrazioni interne¹³, ma potrebbe essere ascrivibile anche alla composizione per età dei flussi di ingresso, elemento che non possiamo conoscere perché tale struttura non è citata. La percentuale di immigrati (7,12%) e la struttura per età (con età media di 46,92 anni) calcolate dall'Irp non si differenziano comunque rispetto alle nostre stime per il 2024, in cui gli indici assumono rispettivamente i valori del 6,3% e di 46,5 anni.

5. Confronto con le proiezioni aggregate

Nelle precedenti parti del lavoro abbiamo utilizzato il sistema di previsione completo, ovvero quello multiregionale-multistato (a 36 dimensioni) con algoritmi di consistenza. Il modello in parola può essere semplificato agendo su due fronti diversi: da un lato riducendo il numero di dimensioni (facendo per esempio scomparire quella spaziale, o quella per status immigratorio) e dall'altro rimuovendo le relazioni di consistenza.

La semplificazione del sistema di previsione dà luogo a risultati diversi rispetto a quelli fino ad ora illustrati. Risulta quindi di interesse valutare l'entità di tali differenze e fornirne la dimostrazione teorica. Mentre nel prossimo paragrafo ci occuperemo delle conseguenze

¹¹ Noi disponiamo della stima per l'anno 2047 e per l'anno 2052, ma non per il 2050. Risaliamo al dato del 2050 utilizzando un procedimento di interpolazione lineare.

¹² Ottenuta interpolando con una funzione lineare il dato per il 2022 con quello per il 2027.

¹³ Non previste dall'Irp, a causa della estrema variabilità del fenomeno.

associate alla rimozione degli algoritmi di consistenza, nelle successive parti del presente confronteremo tra loro le proiezioni multiregionali con quelle uniregionali. La sezione uno sarà dedicata all'illustrazione di un semplice ma importante risultato teorico che verrà richiamato successivamente come fattore esplicativo di alcuni risultati numerici. Nella seconda e nella terza sezione il modello completo verrà confrontato con due modelli più aggregati. Nel primo caso (sezione 2) l'aggregazione riguarda la Regione, nel secondo caso (sezione 3) riguarda congiuntamente la componente territoriale e lo status immigratorio.

5.1. Un richiamo di teoria

In un qualsiasi istante temporale il tasso di crescita di una popolazione dipende da quello delle sue componenti (nel nostro caso 36). Per avere un'idea della relazione esistente tra proiezioni aggregate e disaggregate, seguiamo Keyfitz (1985) e consideriamo un sistema senza struttura per età e componente immigratoria. Queste ipotesi, pur essendo piuttosto "forti", non si discostano molto dalla realtà quando ci si limita a considerare la sola componente autoctona, come avviene nel Paragrafo 5.2.

La popolazione di ciascun gruppo al tempo zero è rappresentata da Q_i , il tasso istantaneo di variazione (che può essere di crescita o di decrescita) è invece di r_i . Tale gruppo al tempo t sarà composto da $Q_i e^{r_i t}$ individui. La popolazione totale al tempo t varrà invece:

$$P(t) = \sum_i Q_i e^{r_i t} \quad [4]$$

Il valore più basso del vettore dei tassi di transizione è r_1 , il più alto invece è r_n .

Il tasso medio di variazione¹⁴ della popolazione complessiva in quell'istante ($\bar{r}(t)$) varrà quindi:

$$\bar{r}(t) = \frac{1}{P(t)} \frac{dP(t)}{dt} = \frac{\sum_i r_i Q_i e^{r_i t}}{\sum_i Q_i e^{r_i t}} \quad [5]$$

ed è calcolato come media dei singoli tassi ponderati per la popolazione di ciascun gruppo al tempo t . E' di interesse studiare la dinamica di $\bar{r}(t)$ nel tempo, derivando la [5] rispetto a tale variabile, ed ottenendo come risultato (Keyfitz, 1985):

$$\frac{d\bar{r}(t)}{dt} = \sigma^2(t) > 0 \quad [6]$$

ove $\sigma^2(t)$ rappresenta la varianza del vettore dei tassi (ponderati per la rispettiva popolazione al tempo t).

Il risultato che emerge dall'equazione [6] è molto importante, in quanto dimostra che il tasso istantaneo di variazione per la popolazione complessiva è crescente nel corso del tempo, ma non può andare oltre la frontiera superiore rappresentata da r_n (trattandosi della media ponderata dei tassi istantanei dell'equazione [5]).

Risulta in particolare di rilievo notare che il tasso medio al tempo t è superiore rispetto a quello al tempo 0. Questo implica di conseguenza che le proiezioni disaggregate per la popolazione danno sempre luogo a risultati numericamente più alti rispetto a quelli che si otterrebbero applicando alla somma dei vettori iniziali dei diversi stati il tasso medio calcolato in quell'istante. E' utile però ricordare che questo risultato vale solo nell'ambito delle ipotesi in cui è definito, ovvero in particolare in un sistema senza immigrazione.

¹⁴ Che può essere indifferentemente crescita o declino, come nel nostro caso.

5.2. Scostamenti tra il modello completo e quello uniregionale

Confrontiamo ora il sistema uniregionale con quello completo. Il venir meno della dimensione territoriale consente il collassamento degli stadi da 36 a 12 e una notevole semplificazione dei vincoli di consistenza, come descritto nel Report 139. Come si vede dal Grafico 7, la differenza numerica tra il modello completo e quello aggregato è sempre positiva, sia a causa della componente autoctona che di quella immigrata. Risulta molto interessante studiare la dinamica di tale differenza: molto bassa e costante per gli immigrati, significativa e variabile nel tempo per gli autoctoni.

La differenza nella componente immigratoria dopo una fase di iniziale crescita (fino al raggiungimento della stabilità nelle strutture per età) rimane costante a circa 40.000 unità, ed è ascrivibile soltanto ai limitati scostamenti¹⁵ nei tassi di sopravvivenza che si riscontrano tra una regione e l'altra (tra l'altro ancor più attutiti in virtù del fatto che gli immigrati sono sottoposti a tali coefficienti solo dal momento dell'ingresso in poi). Non esiste invece alcun differenziale derivante dalla fecondità, essendo (per nostra ipotesi) i coefficienti specifici degli immigrati indipendenti dalla regione di destinazione.

Sofferamoci ora ad esaminare le differenze sulla popolazione autoctona che possono derivare dall'utilizzo di un sistema senza la componente territoriale rispetto a quello che tiene conto delle peculiarità regionali. Come si nota dalla Tavola 5, il sistema disaggregato prevede che l'area con il più marcato declino (il Nord) perda progressivamente di importanza a favore di quelle più prolifiche (il Centro e, in particolare, il Sud). Come dimostrato formalmente nella sezione uno del presente Paragrafo, ciò ha come conseguenza la riduzione del tasso medio di decrescita nazionale. Questo fatto comporta di riflesso un numero più alto di nascite rispetto al sistema aggregato, le cui proiezioni si basano sull'invarianza temporale del tasso medio di decrescita. Il maggior numero di nascite ha effetti a catena sulla popolazione complessiva, che risulterà sempre maggiore che nel caso uniregionale (Vedi Grafico 7), e sulla struttura per età, che sarà meno vecchia. Per fare un esempio si consideri che l'età media degli autoctoni nel 1992 è di 39,83 anni. Secondo le proiezioni disaggregate essa seguirà la dinamica del Grafico 4, e diventerà di 50,57 e di 51,70 anni rispettivamente nel 2067 e nel 2142. Con le proiezioni aggregate, per le stesse date, risulta più alta, pari rispettivamente a 51,16 e a 51,70 anni¹⁶.

Resta da dire come mai l'errore del Grafico 7 relativo alla componente autoctona, dopo aver raggiunto il suo massimo nel 2112, si riduce da quella data in poi. Questo strano andamento deriva dal fatto che ogni regione (e quindi anche la popolazione aggregata) presenta tassi di riproduzione inferiori rispetto all'unità, e quindi è destinata ad estinguersi nel lungo periodo, in mancanza degli input esogeni rappresentati dalle immigrazioni¹⁷.

Come a dire che i risultati asintotici dei due sistemi di proiezione non possono coincidere.

¹⁵ Le differenze sono di segno positivo per le ragioni teoriche viste nel Paragrafo precedente.

¹⁶ Le differenze nella struttura per età della popolazione complessiva sono più ridotte, in quanto la componente autoctona in entrambe i casi perde peso a favore di quella immigrata (comune nelle due ipotesi).

¹⁷ In realtà anche la componente autoctona è sottoposta ad input esogeni conseguenti alla naturalizzazione degli immigrati. Questo fatto impedisce la perfetta convergenza a zero delle due popolazioni, tuttavia non priva di validità il ragionamento generale. Infatti la popolazione in entrambe i casi deve convergere allo stesso asintoto, essendo la componente immigratoria (e quindi le relative naturalizzazioni) sostanzialmente la stessa in ciascuno dei due modelli.

Tavola 5. Composizione territoriale della popolazione autoctona¹⁸ (secondo il modello multiregionale) a varie date

	1992	2067	2142
Nord	44,6	38,7	34,6
Centro	19,1	20,3	23,5
Sud	36,3	41,0	41,9
Totale	100,0	100,0	100,0

5.3. Differenze tra il modello completo e quello aggregato per regione e per status immigratorio

Nel Paragrafo 5.5 del Report 139, nell'illustrare le differenze esistenti tra il modello lineare e quello esponenziale nella stima dei tassi di transizione, abbiamo presentato una simulazione basata su un sistema fortemente semplificato, ovvero aggregato per regione e per status immigratorio. Operando in questo modo si è realizzata anche (involontariamente) una riduzione negli stati civili in quanto è caduta la distinzione tra coniugati con autoctoni e con immigrati. Il modello di questo sistema risulta quindi a 4 dimensioni (2 sessi e 2 stati civili) in luogo delle 36 del modello completo, il minimo per poter applicare gli algoritmi di consistenza quale soluzione al problema dei due sessi. I risultati numerici associati a tale metodologia di proiezione (ottenuti utilizzando il criterio lineare per la stima dei tassi di transizione) sono stati riassunti nei Grafici 1 e 2 del Report citato. Essi danno luogo in ogni istante temporale ad un valore della popolazione più alto (nel 2142 di oltre 1.500.000 unità) e a un'età media più bassa (nel 2142 pari a 47,12 anni contro i 53,24) rispetto al modello completo.

Da notare che i risultati di questa simulazione non sono in contrasto con quelli del Paragrafo 5.1, in quanto in presenza di immigrazioni il risultato teorico illustrato in quella sede non trova applicazione.

6. Gli effetti derivanti dall'applicazione dell'algoritmo di consistenza

Nell'introduzione al Paragrafo 5 abbiamo detto che il modello di proiezione completo, multiregionale-multistato a 36 dimensioni e con algoritmi di consistenza, poteva essere semplificato utilizzando qualche tipo di aggregazione o rimuovendo le relazioni di consistenza tra le componenti coniugate. Quest'ultimo aspetto risulta l'oggetto di studio del presente Paragrafo. Dopo la descrizione generale del problema, ci dilungheremo infatti sulle conseguenze derivanti dalla rimozione degli algoritmi di consistenza.

6.1. La necessità del confronto tra le proiezioni consistenti e quelle non consistenti e la scelta del modello

Nel presentare le nostre proiezioni demografiche relative all'evoluzione della popolazione in Italia nel periodo 1997-2142 ci siamo soffermati sul fatto che esse vanno poco più al di là di un esercizio simulativo, essendo basate su ipotesi piuttosto irrealistiche (l'invarianza temporale dei tassi di transizione e dei flussi di ingresso registrati nel periodo 1992-96). Abbiamo anche detto che il tipo di scenario adottato è una delle cause della differenza tra i nostri risultati numerici e quelli determinati da due dei più importanti Istituti di demografia in Italia: l'Istat e l'Irp. L'altra causa dipende dal fatto che noi abbiamo utilizzato un modello più

¹⁸ Per evitare confusione si ricordi che la presente Tavola contiene informazioni diverse rispetto a quelle del Grafico 3. Infatti nel Grafico viene posta enfasi sulla composizione territoriale della popolazione complessiva, nella Tavola la ripartizione per regione si limita agli autoctoni.

raffinato, ovvero con algoritmi di consistenza. I due Istituti, invece, non si sono preoccupati del problema della coerenza tra numero di maschi e numero di femmine coniugate. Infatti gli algoritmi di proiezione sono stati fatti girare in maniera rigidamente separata per i maschi e per le femmine, con l'unica (ovvia) costrizione che il numero di ingressi maschili in età 0 (nascite) deve risultare pari al numero di figli maschi messi al mondo dalle donne "a rischio". L'omissione delle relazioni di consistenza non è un "errore" ascrivibile solo a questi due Istituti, ma anzi costituisce la prassi, almeno per quanto riguarda le previsioni demografiche per la popolazione in Italia. Un così scarso ricorso agli algoritmi di consistenza¹⁹ dipende da (almeno) due tipi di considerazioni. In primo luogo dalla complessità e non immediata comprensibilità dei vincoli che devono essere imposti in merito alla realizzazione dell'equilibrio tra le coppie di coniugati (per una visione generale del problema si veda Van Imhoff, 1992). In secondo luogo dipende dal fatto che la popolazione di ciascun sesso deve essere disaggregata in almeno due stati civili (single e coniugati), il che può comportare problemi nel reperimento dei dati. Talvolta quindi il ricorso ad algoritmi di calcolo semplificati, in luogo di quelli corretti, diventa una necessità più che una scelta. E' questo il caso delle proiezioni per piccole aree, per le quali non si dispone della popolazione disaggregata per stato civile e/o dei vettori di eventi con il livello di dettaglio richiesto. A tal riguardo risulta utile porre attenzione allo sforzo da noi sostenuto per il reperimento della popolazione nei 36 vettori richiesti dal modello completo e degli eventi dal 1992 al 1996 per ciascuna delle transazioni logicamente possibili. Come già indicato in precedenza, il dettaglio dei passi seguiti è stato indicato nel Report 139.

Le considerazioni appena fatte rendono di interesse l'individuazione e lo studio delle differenze ascrivibili alla sola applicazione degli algoritmi di consistenza, che si ottengono confrontando i risultati di un sistema di proiezione consistente con quelli del corrispondente sistema non consistente, applicato agli stessi vettori di partenza secondo il medesimo scenario: Lo studio può essere attuato ricorrendo a qualsiasi tipo di sistema, più o meno aggregato. Rimane quindi il problema della scelta del numero di dimensioni, ovvero del livello di aggregazione cui riferire l'esempio. A tal proposito ci siamo mossi considerando che un modello eccessivamente disaggregato quale quello completo (a 36 stadi, con 3 regioni) estende necessariamente i vincoli di consistenza tra le componenti coniugate in un contesto locale, quindi in un certo senso triplica le relazioni che si osservano tra gli stati coniugali. Quello eccessivamente aggregato (con solo quattro stadi) invece non esplicita la componente immigratoria, che pure è molto importante, almeno nell'ottica di fondo del nostro lavoro, vedi Report 132. Per queste motivazioni la nostra scelta è caduta allora sul modello con componente immigratoria esplicita, ma senza dimensione territoriale. Tale modello consente di conciliare il problema della parsimonia nel numero di relazioni da considerare con quello della completezza informativa, in quanto comprende tutte le relazioni che si instaurano tra i vari status vitali (12 stadi, ottenuti come combinazione di sesso, stato civile e status immigratorio), senza replicarle a causa della molteplicità dei possibili luoghi di residenza²⁰.

Più volte, nel testo che segue, definiremo come "distorsioni causate dall'utilizzo di proiezioni non consistenti" le differenze tra il modello non consistente e quello consistente. Questo nell'ipotesi che gli algoritmi di consistenza specificati possano effettivamente rappresentare in

¹⁹ Tra le scarse applicazioni si segnalano Van Imhoff e Keilmann (1988) per le proiezioni demografiche della popolazione nei Paesi bassi, ricerca da cui ha avuto origine il modello Lipro, e Kotowska (1991) per la popolazione polacca.

²⁰ In questo caso gli unici vincoli di consistenza che si perdono sono quelli relativi alle migrazioni da una regione all'altra di coniugati. Si tratta di un fenomeno che, se incluso, potrebbe condizionare l'effetto "puro" delle altre variabili.

maniera corretta la vera dinamica della popolazione, quando la stessa è vincolata all'esistenza di rapporti coniugali tra maschi e femmine. In altri termini nel seguito assumeremo che il modello (consistente) in base al quale sono state costruite le previsioni demografiche per la popolazione sia "tecnicamente" il migliore in assoluto, ovvero quello che riesce ad interpretare con esattezza i complessi meccanismi di interazione tra i vari gruppi che la compongono non interessando, in questa sede, quanti essi siano (12 come nell'esempio che segue, 36 come nel modello discusso in precedenza o di più).

L'inclusione o l'omissione degli algoritmi di consistenza comporta indubbiamente variazioni nella popolazione complessiva, ma non sono da trascurare gli effetti sulla composizione per sesso, per età, per stato civile e per status immigratorio, come si vede dai Grafici 8 e 9 e dalle Tavole 6, 7 e 8. Qualora si includesse anche la dimensione territoriale, le differenze andrebbero investigate nell'ambito di ogni regione.

6.2. Gli effetti dell'algoritmo di consistenza sulla popolazione complessiva nelle sue due componenti: autoctona e immigrata

Il Grafico 9 riporta la differenza che emerge nella stima della popolazione complessiva (in qualsiasi data successiva rispetto al 1992) tra il modello (a 12 stadi) con algoritmi di consistenza e la sua versione non consistente. Si nota che le differenze numeriche nelle due serie di risultati sono molto limitate, ma tendono a crescere nel corso del tempo. Infatti, se nel primo periodo le previsioni non consistenti sottostimano la popolazione complessiva (fornendo un errore massimo di 210.000 unità nel 2011), a partire dal 2086 invertono l'andamento e tendono a sovrastimarla, con una differenza di 235.000 unità nel 2111, che cresce progressivamente fino a 622.000 unità nel 2141, l'unico anno del periodo in cui l'errore risulta significativo (in quanto maggiore del 5% rispetto al volume della popolazione). Lo stesso Grafico 9 consente di notare che la differenza nella stima è ascrivibile quasi esclusivamente alla componente autoctona. Come vedremo successivamente, questo è dovuto ad una errata valutazione del numero di matrimoni rispetto a quelli realmente celebrati (secondo le proiezioni consistenti), che agisce sulle stima della popolazione tramite la fecondità legittima.

Nessuna differenza di rilievo si registra invece nel contingente di immigrati.

Il fatto che l'utilizzo degli algoritmi di consistenza modifica di poco le proiezioni relative ai valori assoluti rispetto al caso in cui gli stessi non sono applicati non deve spingerci a dire che i due sistemi di proiezione risultano identici. Ciò per il fatto che gli stessi numeri assoluti nascondono disomogeneità (talvolta anche rilevanti) nella composizione per sesso, per età e per stato civile, aspetti questi che dovranno essere esaminati con la dovuta accuratezza.

6.3. Impatto sulla composizione per stato civile

Come più volte ribadito nel corso del testo, le proiezioni consistenti si differenziano da quelle non consistenti per il fatto che, indipendentemente dalla dinamica naturale dei due sessi, è imposto che il numero di coniugati maschili debba corrispondere esattamente con il numero di coniugate femminili. La soddisfazione di tale vincolo implica che per l'anno iniziale della proiezione i due stocks siano uguali. Per ogni intervallo temporale successivo deve verificarsi che il numero di nuovi matrimoni maschili coincida con il numero di nuovi matrimoni femminili, ed anche che il numero di uscite dallo status di coniugato per un sesso (a causa di decesso, divorzio e vedovanza) corrisponda con il numero di uscite dallo status di coniugato per l'altro (per la causa simmetrica, rispettivamente: vedovanza, divorzio e decesso). Nel nostro lavoro vogliamo però essere più precisi, utilizzando ipotesi ancor più restrittive e specificando due e non uno solo status di matrimonialità (coniugati dello stesso status immigratorio e coniugati con status immigratorio diverso). Nel seguito, ai soli fini espositivi,

“collasseremo” i due status di matrimonialità, salvo poi esaminarli separatamente per indagini particolari.

Prima ancora di entrare nel merito dei risultati dei due modelli consideriamo alcune relazioni formali di base che si instaurano tra le proiezioni consistenti e quelle non consistenti, in relazione ad un certo evento X (relativo ai coniugati) che ha come manifestazione a per le femmine e b per gli uomini. Secondo le proiezioni non consistenti tale evento condiziona complessivamente lo stock di coniugati (in aumento o in riduzione, a seconda del tipo di evento) per la quantità: $a+b$, indipendentemente dal fatto che i due termini contengano quantità numericamente diverse tra loro.

Per quanto riguarda le proiezioni consistenti, invece, a a e b bisogna sostituire dei valori, rispettivamente a' e b' , che soddisfino il seguente vincolo: $a'=b'$. Per realizzare tale obiettivo viene applicato l'algoritmo della media armonica²¹, come a suo tempo esaminato, di modo che:

$a'+b'=2\frac{2ab}{a+b}$. Tale quantità è sempre inferiore rispetto a $a+b$, dato che la disequazione

$(a-b)^2 \geq 0$ risulta soddisfatta per ogni valore di a e di b .

In altri termini, se limitiamo la nostra attenzione ad un solo intervallo temporale e a uno solo dei fenomeni che interessano i coniugati, risulta che l'algoritmo non consistente produce sistematicamente una sovrastima rispetto al valore esatto (consistente).

Questo ragionamento, pur interessante dal punto di vista teorico e introduttivo, non può però essere utilizzato per comprendere la dinamica reale (nell'orizzonte 1992-2142) delle differenze emergenti nel numero di coniugati tra le proiezioni consistenti e quelle non consistenti per due ordini di considerazioni. In primo luogo perché gli stocks (coniugati) sono influenzati da vari tipi di eventi indipendenti (almeno due: uno in ingresso e uno in uscita) e non da uno solo, per cui non è possibile predire in anticipo il segno della differenza tra i due saldi. Inoltre la popolazione coniugata al tempo t a rischio di sperimentare l'evento X nell'ipotesi consistente è diversa da quella non consistente, per effetto della diversa distribuzione dei saldi netti nei periodi precedenti.

In virtù di queste considerazioni emerge la necessità di ricercare le cause non evidenti che determinano le differenze tra i due modelli, ovvero, come si nota dalla Tavola 6 (per gli anni 1992, 2042, 2092 e 2142) le ragioni della sovrastima nel numero di coniugate con figlie autoctone e, di converso, della sottostima nel numero di coniugate con figlie immigrate. E' utile ricordare a questo proposito che le figlie delle donne sposate acquisiscono lo stato di autoctone se le mamme sono autoctone o immigrate sposate con autoctoni (ACA+ACI+ICA), mentre acquisiscono lo status di immigrate se le mamme sono immigrate con coniuge immigrato (ICI).

Tavola 6. Coniugate di sesso femminile a varie date nei due sistemi: consistente e non consistente

Anno	Sistema non consistente		Sistema consistente		Differenze percentuali	
	ACA+ACI+ICA	ICI	ACA+ACI+ICA	ICI	ACA+ACI+ICA	ICI
1992	13628987	18589	13628987	18589	-	-
2042	8791321	155172	8287790	169096	+ 6,0	- 8,2
2092	4159838	204112	3591557	224338	+ 15,8	- 9,0
2142	2708371	249558	1835184	271263	+ 47,5	- 8,0

²¹ In alternativa, utilizzando ad esempio il programma Lipro 3.0, potevamo ricorrere alla media aritmetica o a quella geometrica, che però non necessariamente godono delle “buone proprietà” (Shoen, 1981) della media armonica.

La distorsione nella previsione è positiva e molto significativa per la componente autoctona, mentre risulta meno rilevante (e di segno opposto) per quella immigrata. L'errore è associato alla sovrastima dei tassi di matrimonialità femminile per le autoctone rispetto a quelli maschili, a sua volta dipendente dalla procedura di calcolo dei tassi stessi. Infatti nel periodo 1992-96 il numero di matrimoni maschili coincide con il numero di matrimoni femminili, ma la popolazione di donne a "rischio" di contrarre matrimonio è più bassa (a causa del maggior numero di nascite maschili e della trascurabile mortalità nelle età giovanili per entrambi i sessi). Tali tassi, nel futuro, se non opportunamente corretti, generano una iper valutazione nel numero di donne sposate, fino a oltre il 47% nel 2142. Questo errore incide nell'immediato sulla composizione per stato civile, ma ha i suoi effetti futuri sulla fecondità²². Infatti le donne non sposate nel sistema consistente restano single, e quindi contribuiscono in maniera solo residuale alla fecondità, perché la fecondità legittima è maggiore di quella illegittima.

Per avere una conferma di tali tendenze si consideri il Grafico 8, in cui vengono riportate le differenze tra i due modelli nel numero di nascite, ripartite a seconda dello status del figlio (autoctono o immigrato).

Un altro fattore distorsivo sul numero di coniugati causato dal ricorso alle proiezioni non consistenti deriva dal fatto che la mortalità femminile nelle età avanzate è molto più bassa di quella maschile, e che quindi ai decessi di uomini sposati non corrispondono integralmente spostamenti delle donne coniugate verso lo status di single (a seguito della vedovanza) o decessi di coniugate. Questo fenomeno ha effetti sul numero di coniugati (e di conseguenza sui single) ma non incide sulla popolazione complessiva, né sulle nascite (perché si tratta di età non feconde).

Per quanto riguarda gli immigrati coniugati con immigrate, si rimanda al Paragrafo 6.4.

6.4. Impatto sul numero di nascite "immigrate"

Come abbiamo visto nel paragrafo precedente (Grafico 8), le nascite totali che derivano dal processo di previsione non consistente risultano significativamente più alte rispetto a quelle consistenti. Questo risultato emerge come saldo di due fenomeni di segno opposto: la sopravvalutazione delle nascite che costituiscono ingressi nello stato di autoctoni e la contestuale sottostima delle nascite che costituiscono ingressi nello stato di immigrati. Le giustificazioni della prima tendenza sono state fornite nella sezione precedente, ci resta ora da esaminare il perché il ricorso a proiezioni non consistenti sottostima gli ingressi in età 0 nello status di immigrato, ovvero le nascite generate dalle donne immigrate single (ISL) e da quelle immigrate coniugate con immigrati (ICI).

Consideriamo prima le immigrate single. Esse sono sottoposte al rischio di matrimonio con autoctoni o con immigrati. Nel periodo di base i tassi di matrimonialità verso lo status ICA (immigrate coniugate con autoctoni) risultano maggiori rispetto a quelli dei rispettivi partners (ACI), in quanto il denominatore è più basso (il numero di femmine immigrate single è minore del numero di maschi autoctoni single). Le proiezioni a tassi non corretti (ovvero senza tener conto di alcun algoritmo di consistenza) prevedono quindi un numero di immigrate coniugate con nativi superiore rispetto al vero valore, cioè a quello corretto per tener conto della controparte maschile.

Ma il travaso delle donne immigrate dallo status di single a quello di coniugate (con nativi), se da un lato accresce la fecondità autoctona, dall'altro ha effetti negativi sulle nascite di figlie dello stesso status immigratorio, di tipo diretto e di tipo indiretto. Diretto perché si riduce il numero di donne a rischio di far figli (fecondità illegittima da donne immigrate single), ed indiretto in quanto si va a ridurre anche il numero di futuri matrimoni con maschi dello stesso

²² Le differenze nella fecondità tra i due modelli sono ascrivibili esclusivamente al diverso numero di coniugati all'interno delle età feconde. Questo perché la struttura per età è molto simile nei due casi.

status (ICI). Quest'ultimo aspetto ha conseguenze sulla fecondità legittima delle donne coniugate con immigrati.

La differenza tra il numero di nascite non native "vere" e quello che risulta dalle proiezioni non consistenti è però piuttosto bassa, per due ragioni. In primo luogo perché la quota di coniugati tra gli immigrati è molto ridotta (considerato anche che la fecondità legittima è più alta di quella illegittima). In second'ordine perché per una buona quota il numero di coppie dello stato ICI è di per sé consistente tra i due sessi (in quanto così è previsto nel vettore di ingressi quinquennali).

La non immediata leggibilità dei risultati di questa sezione e della precedente ci impone di ricapitolarne i punti più importanti: per il semplice effetto della metodologia di stima iniziale dei tassi di matrimonialità, il numero di nascite nello stato autoctono risulta sovrastimato, mentre il numero di nascite nello stato di immigrato viene (per opposte ragioni) sottostimato. Questo processo fa emergere una reinterpretazione del perché la quota di immigrati viene sottostimata utilizzando proiezioni non consistenti. Come a dire che il peso sociale degli immigrati nel lungo termine, già eccessivo sulla base dei risultati previsti da altri lavori, vedi per esempio Manfredi e Valentini (1997), deve essere ritoccata al rialzo, non a causa di variazioni nei parametri di proiezione, ma semplicemente per il tener conto dell'effetto interazione tra i due sessi. Tale fatto rende evidentemente ancor più complessi i problemi di integrazione cui si era già accennato a suo tempo, e costringe di riflesso alla revisione di tutte le simulazioni basate sul criterio della "dominanza femminile". Tra tutti si veda l'interessante lavoro di Gesano (1994) che ha legato le previsioni demografiche per la popolazione in Italia a diverse ipotesi in merito alla componente immigratoria.

6.5. Impatto sulla struttura per età

E' giunto ora il momento di chiedersi se la rimozione degli algoritmi di consistenza modifichi in qualche modo la struttura per età della popolazione. Per rispondere a tale quesito abbiamo riportato nella Tavola 7 l'età media della popolazione complessiva, degli autoctoni e degli immigrati nei due casi. Si nota in primo luogo che, a livello globale, le differenze sono molto contenute, in quanto la serie delle età medie è (quasi) sovrapponibile fino al 2092, mentre da quel punto in poi il sistema non consistente fornisce una leggera sottostima della tendenza all'invecchiamento. Ma la differenza nell'età media che si riscontra a livello globale nasconde gli scostamenti tra i due sistemi che emergono nelle proiezioni della struttura per età di gruppi più omogenei, per esempio autoctoni e immigrati, come confermato dalla stessa Tavola 7.

Per entrambe i gruppi l'errore nelle stime non consistenti deriva dalla non corretta valutazione nel numero di nascite, come illustrato nel Grafico 8. Questo per le ragioni ampiamente commentate nelle sezioni precedenti.

Il più basso numero di nascite non consistenti per gli autoctoni conduce ad una sovrastima dell'invecchiamento per tale gruppo. Di converso il maggior numero di nascite di immigrati associato a tale sistema di proiezione comporta una sottostima della tendenza all'aumento dell'età media. Dato che la quota di immigrati è crescente nel tempo (vedi per esempio il Grafico 1), questo comporta nel lungo andare (come abbiamo visto: dal 2091 in poi) anche una sottostima nell'età media della popolazione complessiva. Come a dire che le previsioni in merito all'età media (in presenza di immigrazioni) effettuate con un sistema non consistente devono in qualche modo essere "ritoccate" al rialzo per le ragioni citate. Per una applicazione sulla popolazione in Italia si vedano Gesano (1994) e Valentini (1999).

Tavola 7. Et  media della popolazione totale secondo il sistema consistente e quello non consistente

Anno	Proiezioni non consistenti			Proiezioni consistenti		
	Autoctoni	Immigrati	Totale	Autoctoni	Immigrati	Totale
1992	39,83	34,06	39,80	38,83	34,06	39,80
2017	45,83	39,41	45,52	46,02	39,32	45,71
2042	50,54	45,94	50,14	50,72	45,59	50,24
2067	50,94	50,40	50,87	51,16	49,49	50,91
2092	50,59	54,07	51,39	51,14	52,44	51,44
2117	50,11	57,14	52,37	51,36	54,85	52,52
2142	49,51	59,72	53,72	51,70	56,91	53,94

6.6. Impatto sulla composizione per sesso

L'ultimo tipo di disomogeneit  che si pu  riscontrare tra le proiezioni consistenti e quelle non consistenti riguarda la struttura per sesso. Ancor prima di esaminare i dati ci attendiamo che esista un visibile condizionamento su questa variabile derivante dalla presenza di algoritmi di consistenza, visto che essi sono stati messi a punto per garantire in ogni istante temporale l'uguaglianza tra maschi e femmine coniugate. Una conferma di queste idee ci giunge dalla Tavola 8, che registra il rapporto in oggetto secondo i due sistemi di proiezione per la popolazione complessiva e separatamente per le due principali componenti: autoctona e immigrata.

Tavola 8. Rapporto tra maschi e femmine secondo il sistema consistente e quello non consistente

Anno	Proiezioni non consistenti			Proiezioni consistenti		
	Autoctoni	Immigrati	Totale	Autoctoni	Immigrati	Totale
1992	0,94	1,12	0,94	0,94	1,12	0,94
2017	0,93	1,32	0,94	0,96	1,33	0,98
2042	0,90	1,31	0,93	0,94	1,33	0,97
2067	0,89	1,26	0,94	0,93	1,31	0,98
2092	0,89	1,20	0,95	0,93	1,26	1,00
2117	0,88	1,16	0,96	0,92	1,23	1,01
2142	0,88	1,11	0,97	0,92	1,19	1,03

Esaminiamo in primo luogo il rapporto globale: l'omissione degli algoritmi di consistenza sovrastima in modo significativo la componente femminile. Se nel 1992 la quota di donne   pari al 51,5%, nel sistema non consistente tale percentuale decrescer  progressivamente fino a raggiungere il 50,7% nel 2142, contro il 49,3% del sistema consistente.

Avevamo intuito dell'esistenza di un errore del genere gi  in un precedente lavoro, Valentini (1999), esaminando la serie storica del rapporto tra le due componenti per sesso e andandola a proiettare nel tempo secondo i risultati di alcune simulazioni con immigrazioni ottenute tramite il metodo della dominanza femminile.

L'errore nella composizione per sesso ascrivibile alla mancata adozione degli algoritmi di consistenza   molto diverso rispetto a quelli riscontrati nelle sezioni precedenti del presente Paragrafo, per il fatto che risulta dello stesso "segno" (sovrastima delle femmine o, il che   equivalente, sottostima dei maschi) sia per gli autoctoni che per gli immigrati, senza alcun tipo di compensazione. Per tale ragione diventa rilevante gi  nel breve termine, anche quando si esamina la sola popolazione complessiva. Nel 2042 per esempio con il sistema di proiezioni non consistenti la popolazione risulta sottostimata di circa 148.000 unit , pari a solo lo 0,37% del totale e quindi non significativo di per s . Tuttavia il numero atteso di maschi   superiore

di oltre 427.000 unità di quello delle proiezioni consistenti, e quello delle femmine inferiore di 279.000 unità, cifre ben lungi dall'essere considerate non significative.

Per ricercare le cause non evidenti di tale risultato bisogna nuovamente esplicitare il meccanismo di calcolo dei tassi di transizione originari (ovvero rilevati secondo gli eventi del periodo 1992-96), questa volta con riferimento alla mortalità ed alla vedovanza dei coniugati. Si consideri infatti in primo luogo che nel periodo di base la mortalità maschile nei coniugati è notevolmente superiore di quella femminile (per effetto dei differenziali nelle speranze di vita). Tale "gap" non è però integralmente coperto dalle vedovanze femminili. A questo punto sorge la necessità di distinzione tra i due sistemi di previsione. Mentre infatti nel sistema a dominanza femminile non è previsto alcun aggiustamento, nel sistema con algoritmi di consistenza la mortalità maschile è "ritoccata" verso il basso e la vedovanza femminile verso l'alto, in modo da annullare completamente tale gap.

Terminiamo l'esame dell'azione degli algoritmi di consistenza nelle componenti coniugate valutando le conseguenze sui due sessi.

Per quanto riguarda le donne, l'effetto diretto ha incidenza solo nella composizione per stato civile, prevedendosi un numero più alto di coniugate nel sistema non consistente rispetto a quello consistente, come del resto già noto dalla Tavola 6. Questo fatto comporta un maggior numero di nascite, e quindi di uomini (dato che il rapporto tra i sessi alla nascita è di 105 maschi per 100 femmine).

In relazione alla componente maschile, invece, la più bassa mortalità del sistema con algoritmi di consistenza prevede un numero più alto (nelle età avanzate) rispetto alle previsioni non consistenti.

Le due osservazioni fatte in merito alle due componenti giustificano ulteriormente l'incremento che si riscontra nella quota di maschi.

I ragionamenti fatti fino a questo momento valgono indistintamente sia per gli autoctoni che per gli immigrati. Tuttavia la sottostima della componente maschile derivante dall'utilizzo del sistema di proiezione a dominanza rispetto a quello consistente ha molta più incidenza sulla popolazione nativa rispetto a quella non nativa, come si evince dalla Tavola 8. Questo perché le differenze scaturiscono dalla presenza di coniugati, e il numero di coniugati è molto più basso negli immigrati che negli autoctoni, come osservato nel Paragrafo 6.3.

Si osservi inoltre che la struttura degli ingressi dall'estero è la stessa nelle proiezioni a consistenza e in quelle a dominanza. Quindi, in entrambe i sistemi, la quota di maschi risulta più alta tra gli immigrati che tra gli autoctoni, indipendentemente dall'azione delle consistenze.

Per quanto riguarda infine la spiegazione del perché il rapporto tra maschi e femmine segue un andamento prima crescente e poi decrescente, si rimanda al Paragrafo 3.3, riferito ad un sistema a 36 dimensioni, in quanto la componente territoriale ha ben poca incidenza su tale fenomeno.

7. Conclusioni

La prima parte del presente lavoro è dedicata all'illustrazione dei risultati di una proiezione demografica a tassi costanti per la popolazione in Italia nel periodo 1997-2142. Tali risultati sono in linea con quelli dei più importanti Istituti di demografia nazionali, in primo luogo l'Istat e l'Irp, in quanto prevedono che la popolazione nei prossimi anni sarà sottoposta ad un consistente declino demografico e ad una preoccupante tendenza all'invecchiamento, problema accentuato dal progressivo passaggio nelle età anziane delle generazioni del baby boom.

Tuttavia quello che ci interessa dimostrare in questa sede non è tanto la validità numerica delle nostre proiezioni, basate su ipotesi piuttosto inverosimili e senz'altro meno attendibili rispetto a quelle Istat e Irp, quanto la validità del sistema di previsione utilizzato: il modello multiregionale-multistato a 36 dimensioni con algoritmi di consistenza e componente migratoria internazionale. Per tale scopo abbiamo confrontato i risultati di questo modello con quelli che avremmo ottenuto utilizzando sistemi di calcolo più semplificati, composti da un minor numero di dimensioni o senza vincoli di consistenza, ed abbiamo provveduto a commentare e a giustificare teoricamente le differenze.

Mentre le conseguenze derivanti dai bias di aggregazione sono già state studiate in letteratura, e ne sono stati forniti diversi esempi, Rogers (1990 e 1995), i risultati ascrivibili all'applicazione degli algoritmi di consistenza sono senz'altro inediti.

Dato che il rispetto del vincolo in base al quale il numero di coniugati di sesso maschile deve sempre corrispondere con il numero di coniugate di sesso femminile condiziona in modo molto rilevante la composizione della popolazione per sesso, per stato civile e per status immigratorio, l'adozione di un meccanismo di previsione con algoritmi di consistenza rispetto a quello a dominanza femminile risulta raccomandabile. Questo vale a maggior ragione in una popolazione sottoposta a notevoli flussi immigratori con forti differenziazioni per sesso.

Bibliografia

- Arthur W., Espenshade T.J. and Bouvier L.F. (1982), *Immigrations and the stable population model*, Demography 19(1), pagg. 125 - 133
- Gesano G. (1994), *Nonsense and unfeasibility of demographically-based immigrations policies*, Genus, Vol. L, n. 3-4, pp.47-63.
- Golini A. Bruno P., Calvani P. (1997), *Aspetti e problemi dell'invecchiamento della popolazione*, Pubblicazione Irp - Cnr
- Golini A. (1997), *Demographic trends and ageing in Europe. Prospects, problems and policies*, Genus, Vol LIII, n. 3-4, pp. 207-235
- Keyfitz N. (1985), *Applied mathematical demography*, WILEY, New York
- Kotowska I. E., *Application of the lipro model for projection of Poland's population by marital status and place of residence*, Studia Demograficzne 4 (106) 1991
- Irp (1995), *Tre scenari per il possibile sviluppo della popolazione delle regioni italiane al 2044 (base 1994)*, a cura di Golini A., De Simoni A. e Citoni F., Cnr, Roma
- Istat (1997), *Previsioni della popolazione residente per sesso, età e regione. Base 01.01.1996*. Ed. Istat, Roma.
- Manfredi P. e Billari F. (1997), *Transition into adulthood, marriage, and timing of life in a stable population framework*, W.P. 117, Università di Pisa
- Manfredi P. e Valentini A. (1997), *Populations with below replacement fertility and immigrations: theoretical considerations and scenarios from the italian laboratory*, W.P. 127, Università di Pisa
- Rogers A. (1990), *The multistate stable population model with immigration*, Mathematical Population Studies, Vol 2 (4), pp. 313 - 324
- Rogers A. (1995), *Multiregional Demography. Principles, methods and extensions*, John Wiley & Soons, Chichester
- Schmertmann P. (1992), *Immigrants ages and the structure of stationary populations with below replacement fertility*, Demography, 29 (4), pp. 595 - 612
- Shoen R. (1981), *The harmonic mean as the basis of a realistic two-sex marriage model*, Demography 18 (2), pp. 201 - 216

- Valentini A. (1999), *Impatto delle immigrazioni sulla popolazione italiana, confronto tra scenari alternativi*, W.P. 130, Università di Pisa. Versione rivista e aggiornata del paper presentato in occasione delle Giornate di studio sulla popolazione, Firenze 7-9 gennaio 1999.
- Valentini A. (1999), *Proiezioni demografiche multiregionali a due sessi, con immigrazione internazionale e vincoli di consistenza*, W.P. 132, Università di Pisa.
- Valentini A. (1999), *L'applicazione del modello multiregionale-multistato alla popolazione in Italia mediante l'utilizzo del Lipro: procedura di adattamento dei dati e particolarità tecniche del programma*, W.P. 139, Università di Pisa.
- Van Imhoff E. (1992), *A general Characterization of consistency Algorithms in Multidimensional Demographic Projection Models*, Population Studies, Vol. 46, pp. 159 - 169
- Van Imhoff E. and Keilman N. (1992), *Lipro 2.0: An Application of a Dynamic Demographic projection model to household structure in the Neitherlands*, NIDI CBGS Publications 23, Swets & Zeitlinger, Amsterdam/Lisse
- Van Imhoff E. (1994), *Lipro 3.0 user's guide and tutorial*. NIDI Working Paper 1994/1 A and 1994/1B. The Hague: NIDI; Amsterdam

TAVOLA 1. La popolazione (in migliaia) per ogni stadio dal 1992 al 2142

MASCHI

Anno	ASL1	ACA1	ACI1	ISL1	ICA1	ICI1	ASL2	ACA2	ACI2	ISL2	ICA2	ICI2	ASL3	ACA3	ACI3	ISL3	ICA3	ICI3	TOTALE
1992	6095	6001	46	52	34	9	2616	2579	27	36	17	6	5043	4939	24	15	17	4	27558
1997	5989	5967	45	206	34	20	2567	2599	41	85	24	14	4970	4957	21	60	16	7	27621
2002	5881	5832	49	348	36	30	2506	2582	58	129	32	22	4914	4922	21	102	16	10	27491
2007	5761	5593	55	477	40	39	2439	2519	76	167	42	30	4849	4814	23	143	18	12	27096
2012	5589	5289	63	592	44	46	2354	2425	95	201	51	38	4758	4656	26	181	19	15	26441
2017	5373	4956	70	693	48	52	2260	2312	111	231	59	44	4639	4469	28	216	20	17	25601
2022	5133	4603	76	782	52	57	2165	2187	123	258	67	49	4506	4259	31	248	22	19	24635
2027	4887	4235	80	858	55	61	2071	2051	131	282	73	54	4363	4031	33	278	23	21	23587
2032	4628	3857	82	925	58	65	1974	1907	137	303	78	58	4202	3784	34	305	25	23	22445
2037	4353	3480	85	981	61	68	1870	1758	142	322	83	61	4026	3524	35	330	26	24	21229
2042	4055	3120	86	1028	63	70	1758	1609	144	338	86	64	3831	3260	36	352	27	25	19953
2047	3731	2790	87	1065	65	73	1634	1468	146	351	88	67	3615	3003	37	371	28	26	18645
2052	3393	2500	87	1095	66	75	1502	1340	146	362	90	70	3378	2764	37	388	29	27	17350
2057	3067	2252	87	1121	68	77	1373	1227	146	373	92	73	3134	2546	37	404	30	28	16135
2062	2777	2040	87	1144	69	78	1254	1129	146	383	94	76	2900	2350	38	419	30	29	15043
2067	2528	1853	86	1165	69	80	1150	1042	145	392	95	79	2686	2173	38	433	31	30	14076
2072	2311	1683	86	1184	70	82	1058	963	144	401	96	81	2494	2011	38	446	31	31	13208
2077	2113	1526	85	1201	71	84	973	889	143	409	97	84	2315	1861	38	458	32	32	12408
2082	1929	1384	85	1218	71	85	895	821	142	416	97	86	2148	1724	37	470	32	32	11674
2087	1762	1259	84	1234	71	87	823	761	141	424	98	89	1993	1598	37	481	32	33	11008
2092	1613	1149	83	1249	72	89	759	706	140	431	98	91	1849	1483	37	492	33	34	10410
2097	1482	1052	83	1264	72	90	702	658	138	438	99	94	1717	1378	37	504	33	35	9875
2102	1366	965	82	1279	72	92	650	614	137	445	99	96	1597	1281	37	515	33	36	9394
2107	1262	885	81	1293	72	94	604	573	136	451	100	99	1486	1190	36	526	33	36	8957
2112	1167	812	81	1307	72	95	561	535	135	458	100	101	1383	1106	36	536	33	37	8557
2117	1080	746	80	1321	73	97	522	500	134	464	100	103	1287	1028	36	547	34	38	8190
2122	1001	687	80	1335	73	98	486	469	132	470	100	106	1198	956	36	558	34	39	7857
2127	930	633	79	1349	73	100	453	440	131	476	101	108	1115	890	36	569	34	40	7556
2132	866	585	79	1363	73	101	424	413	130	482	101	111	1039	828	35	579	34	40	7285
2137	808	542	78	1377	73	103	397	389	129	488	101	113	969	771	35	590	34	41	7039
2142	756	502	78	1390	73	105	373	367	128	494	101	115	905	718	35	601	34	42	6815

TAVOLA 1 (continua). La popolazione (in migliaia) per ogni stadio dal 1992 al 2142

FEMMINE

Anno	ASL1	ACA1	ACI1	ISL1	ICA1	IC11	ASL2	ACA2	ACI2	ISL2	ICA2	IC12	ASL3	ACA3	ACI3	ISL3	ICA3	IC13	TOTALE
1992	6966	6001	34	18	46	9	2971	2579	17	32	27	6	5512	4939	17	2	24	4	29203
1997	6732	5967	34	121	45	20	2876	2599	24	74	41	14	5381	4957	16	31	21	7	28958
2002	6507	5832	36	212	49	30	2781	2582	32	106	58	22	5242	4922	16	58	21	10	28517
2007	6315	5593	40	293	55	39	2699	2519	42	131	76	30	5127	4814	18	83	23	12	27908
2012	6093	5289	44	365	63	46	2609	2425	51	151	95	38	5001	4656	19	105	26	15	27091
2017	5851	4956	48	430	70	52	2515	2312	59	169	111	44	4865	4469	20	126	28	17	26146
2022	5612	4603	52	489	76	57	2427	2187	67	188	123	49	4726	4259	22	147	31	19	25134
2027	5381	4235	55	543	80	61	2343	2051	73	207	131	54	4582	4031	23	166	33	21	24070
2032	5151	3857	58	592	82	65	2260	1907	78	224	137	58	4425	3784	25	185	34	23	22945
2037	4908	3480	61	634	85	68	2169	1758	83	240	142	61	4242	3524	26	201	35	24	21741
2042	4632	3120	63	670	86	70	2066	1609	86	255	144	64	4028	3260	27	215	36	25	20457
2047	4306	2790	65	700	87	73	1940	1468	88	270	146	67	3777	3003	28	226	37	26	19097
2052	3932	2500	66	725	87	75	1794	1340	90	283	146	70	3502	2764	29	235	37	27	17703
2057	3542	2252	68	748	87	77	1640	1227	92	297	146	73	3222	2546	30	243	37	28	16356
2062	3183	2040	69	771	87	78	1497	1129	94	311	146	76	2959	2350	30	252	38	29	15137
2067	2878	1853	69	793	86	80	1375	1042	95	325	145	79	2726	2173	31	260	38	30	14077
2072	2623	1683	70	813	86	82	1272	963	96	338	144	81	2520	2011	31	268	38	31	13150
2077	2395	1526	71	834	85	84	1180	889	97	351	143	84	2334	1861	32	276	38	32	12310
2082	2182	1384	71	853	85	85	1094	821	97	363	142	86	2162	1724	32	284	37	32	11537
2087	1985	1259	71	872	84	87	1016	761	98	376	141	89	2004	1598	32	291	37	33	10836
2092	1810	1149	72	891	83	89	945	706	98	389	140	91	1859	1483	33	299	37	34	10208
2097	1657	1052	72	910	83	90	882	658	99	401	138	94	1725	1378	33	306	37	35	9649
2102	1524	965	72	928	82	92	826	614	99	413	137	96	1603	1281	33	313	37	36	9151
2107	1406	885	72	946	81	94	776	573	100	425	136	99	1491	1190	33	321	36	36	8702
2112	1299	812	72	964	81	95	731	535	100	437	135	101	1388	1106	33	328	36	37	8291
2117	1201	746	73	981	80	97	689	500	100	449	134	103	1290	1028	34	335	36	38	7914
2122	1110	667	73	999	80	98	650	469	100	461	132	106	1200	956	34	342	36	39	7570
2127	1028	633	73	1016	79	100	614	440	101	472	131	108	1116	890	34	349	36	40	7259
2132	955	585	73	1033	79	101	581	413	101	484	130	111	1039	828	34	356	35	40	6979
2137	890	542	73	1050	78	103	552	389	101	495	129	113	968	771	34	363	35	41	6727
2142	831	502	73	1067	78	105	526	367	101	507	128	115	902	718	34	370	35	42	6499

Tavola 2. Alcune misure di riepilogo della dinamica della popolazione nel periodo 1992 - 2142

Anno	Totale	Nascite annue	Status immigratorio		Regione			Sesso	
			Autoc	Immig	Nord	Centro	Sud	M	F
1992	56760476	510004	99.4	0.6	44.6	19.2	36.2	48.6	51.4
1997	56579333	470697	98.5	1.5	44.5	19.4	36.1	48.8	51.2
2002	56008319	428940	97.7	2.3	44.4	19.5	36.2	49.1	50.9
2007	55003424	382272	96.9	3.1	44.2	19.6	36.2	49.3	50.7
2012	53531764	341988	96.1	3.9	43.9	19.7	36.4	49.4	50.6
2017	51746623	316268	95.3	4.7	43.7	19.8	36.6	49.5	50.5
2022	49768841	298708	94.5	5.5	43.4	19.9	36.7	49.5	50.5
2027	47656788	280994	93.7	6.3	43.1	20.0	36.9	49.5	50.5
2032	45390308	260947	92.9	7.1	42.8	20.1	37.1	49.4	50.6
2037	42969374	239469	92.0	8.0	42.5	20.2	37.3	49.4	50.6
2042	40410172	218919	91.0	9.0	42.2	20.4	37.4	49.4	50.6
2047	37741891	201784	90.0	10.0	41.9	20.5	37.6	49.4	50.6
2052	35052948	188448	88.9	11.1	41.7	20.6	37.7	49.5	50.5
2057	32491471	177180	87.7	12.3	41.4	20.8	37.8	49.7	50.3
2062	30180191	166204	86.4	13.6	41.2	21.0	37.9	49.8	50.2
2067	28152557	154979	85.1	14.9	41.0	21.2	37.8	50.0	50.0
2072	26357588	143968	83.7	16.3	40.9	21.4	37.7	50.1	49.9
2077	24718009	133929	82.2	17.8	40.8	21.6	37.7	50.2	49.8
2082	23210422	125307	80.7	19.3	40.6	21.8	37.5	50.3	49.7
2087	21843814	117930	79.1	20.9	40.5	22.0	37.4	50.4	49.6
2092	20617775	111264	77.5	22.5	40.5	22.3	37.2	50.5	49.5
2097	19523849	104890	75.8	24.2	40.5	22.5	37.0	50.6	49.4
2102	18544944	98730	74.1	25.9	40.5	22.8	36.7	50.7	49.3
2107	17658771	92944	72.4	27.6	40.6	23.1	36.3	50.7	49.3
2112	16847630	87710	70.6	29.4	40.7	23.3	36.0	50.8	49.2
2117	16104101	83065	68.8	31.2	40.8	23.6	35.6	50.9	49.1
2122	15426996	78896	66.9	33.1	41.0	23.9	35.2	50.9	49.1
2127	14814972	75047	65.0	35.0	41.1	24.1	34.7	51.0	49.0
2132	14263629	71423	63.2	36.8	41.3	24.4	34.3	51.1	48.9
2137	13765824	68016	61.3	38.7	41.5	24.7	33.8	51.1	48.9
2142	13314044	-	59.4	40.6	41.8	24.9	33.3	51.2	48.8

N. B. : Le nascite registrate al tempo t riguardano la media annua del quinquennio t, t+5

Tavola 3. Altri indici di struttura: la composizione per stato civile e per età

Anno	Composizione per stato civile						Composizione per età			Indici strutturali		
	ALS	ACA	ACI	ISL	ICA	ICI	0 - 20	21 - 64	>= 65	EM	IV	ID
1992	51.4	47.6	0.3	0.3	0.2	0.1	22.1	61.8	16.1	39.80	0.73	0.62
1997	50.4	47.8	0.4	1.0	0.3	0.1	19.9	62.7	17.4	41.01	0.87	0.59
2002	49.7	47.6	0.5	1.7	0.3	0.2	18.8	62.7	18.5	42.21	0.98	0.59
2007	49.4	47.0	0.6	2.4	0.4	0.3	18.0	62.6	19.4	43.40	1.08	0.60
2012	49.3	46.2	0.7	3.0	0.4	0.4	16.9	62.8	20.3	44.52	1.20	0.59
2017	49.3	45.4	0.8	3.6	0.5	0.4	15.8	62.9	21.2	45.64	1.34	0.59
2022	49.4	44.4	0.9	4.2	0.6	0.5	14.9	62.6	22.5	46.72	1.50	0.60
2027	49.6	43.3	1.0	4.9	0.6	0.6	14.2	61.2	24.5	47.73	1.72	0.63
2032	49.9	42.1	1.1	5.6	0.7	0.6	13.8	58.7	27.4	48.63	1.98	0.70
2037	50.2	40.8	1.2	6.3	0.8	0.7	13.7	56.2	30.1	49.39	2.21	0.78
2042	50.4	39.5	1.3	7.1	0.9	0.8	13.6	54.6	31.8	50.01	2.34	0.83
2047	50.4	38.5	1.4	7.9	1.0	0.9	13.5	54.4	32.1	50.42	2.38	0.84
2052	49.9	37.7	1.5	8.8	1.1	1.0	13.4	54.9	31.7	50.58	2.36	0.82
2057	49.2	37.1	1.7	9.8	1.2	1.1	13.4	55.0	31.6	50.55	2.37	0.82
2062	48.3	36.6	1.8	10.9	1.3	1.2	13.4	55.0	31.6	50.46	2.37	0.82
2067	47.4	36.0	1.9	12.0	1.4	1.3	13.4	54.8	31.8	50.44	2.37	0.82
2072	46.6	35.3	2.0	13.1	1.5	1.5	13.4	54.6	32.0	50.50	2.39	0.83
2077	45.8	34.6	2.2	14.3	1.6	1.6	13.4	54.6	32.0	50.59	2.39	0.83
2082	44.8	33.9	2.3	15.5	1.7	1.8	13.4	54.8	31.9	50.66	2.39	0.83
2087	43.9	33.1	2.4	16.8	1.8	1.9	13.3	55.0	31.7	50.73	2.39	0.82
2092	42.9	32.4	2.5	18.2	2.0	2.1	13.2	55.0	31.8	50.83	2.42	0.82
2097	41.8	31.6	2.6	19.6	2.1	2.2	13.1	54.9	32.1	50.96	2.46	0.82
2102	40.8	30.8	2.8	21.0	2.2	2.4	13.0	54.6	32.5	51.15	2.50	0.83
2107	39.8	30.0	2.9	22.4	2.3	2.6	12.9	54.3	32.8	51.36	2.55	0.84
2112	38.8	29.1	3.0	23.9	2.4	2.8	12.7	54.1	33.1	51.60	2.60	0.85
2117	37.7	28.2	3.1	25.4	2.6	3.0	12.6	54.0	33.4	51.84	2.65	0.85
2122	36.6	27.4	3.2	27.0	2.7	3.2	12.5	53.9	33.7	52.08	2.70	0.86
2127	35.5	26.5	3.3	28.6	2.8	3.3	12.3	53.6	34.0	52.34	2.77	0.86
2132	34.4	25.6	3.4	30.1	2.9	3.5	12.2	53.3	34.5	52.62	2.84	0.88
2137	33.3	24.7	3.5	31.7	3.0	3.7	12.0	53.0	35.0	52.92	2.91	0.89
2142	32.2	23.8	3.6	33.3	3.1	3.9	11.9	52.7	35.5	53.23	2.99	0.90

Legenda:

EM Età media

IV Indice di Vecchiaia: $P[65+]/P[0-20]$

ID Indice di Dipendenza: $(P[0-20] + P[65+])/P[21-64]$

Grafico 1

La popolazione in Italia nel periodo 1992 - 2142 per autoctoni e immigrati

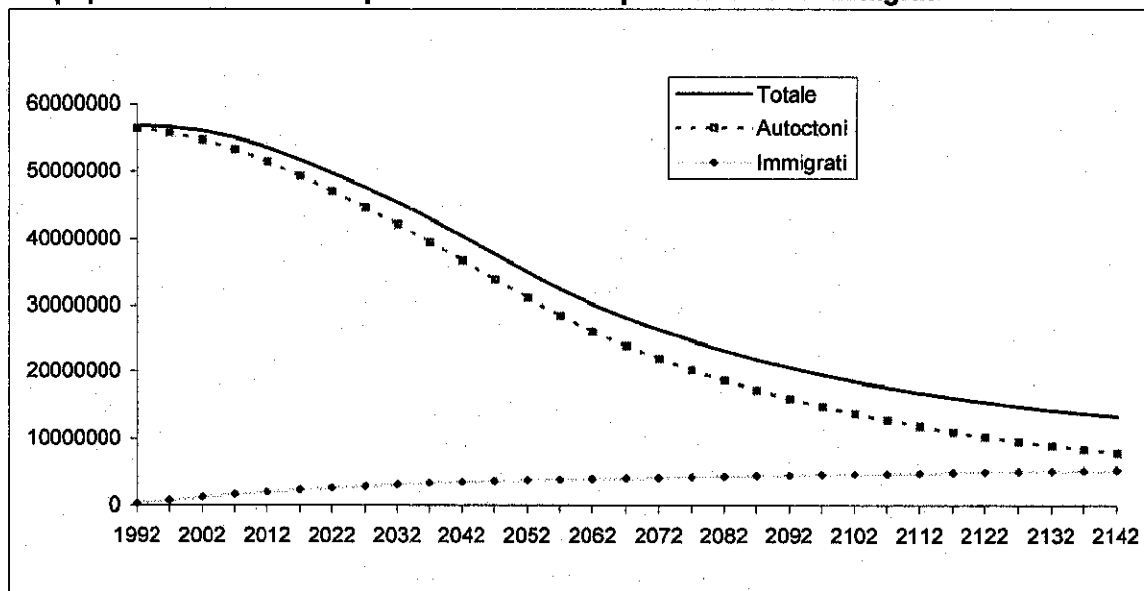


Grafico 2

La composizione territoriale della popolazione totale

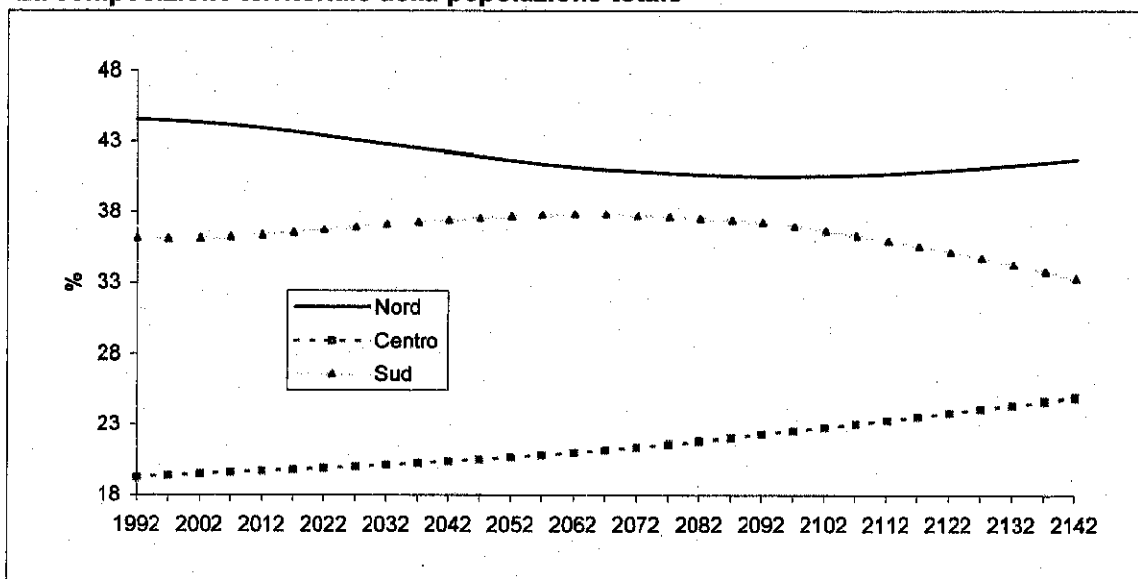


Grafico 3

Dinamica età media totale e nelle varie regioni

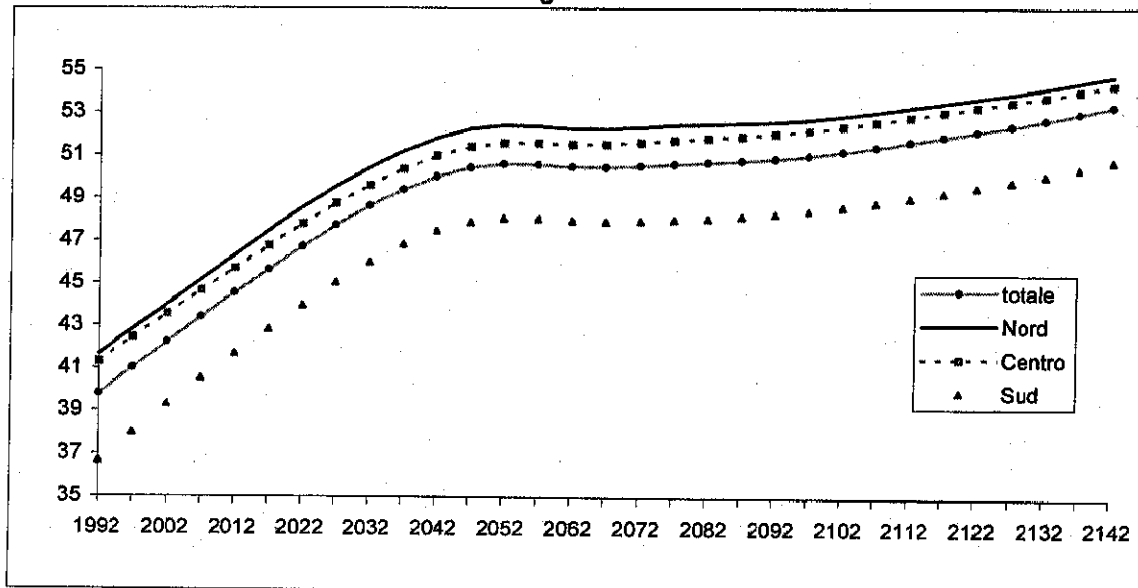


Grafico 4
Dinamica età medie negli autoctoni e negli immigrati

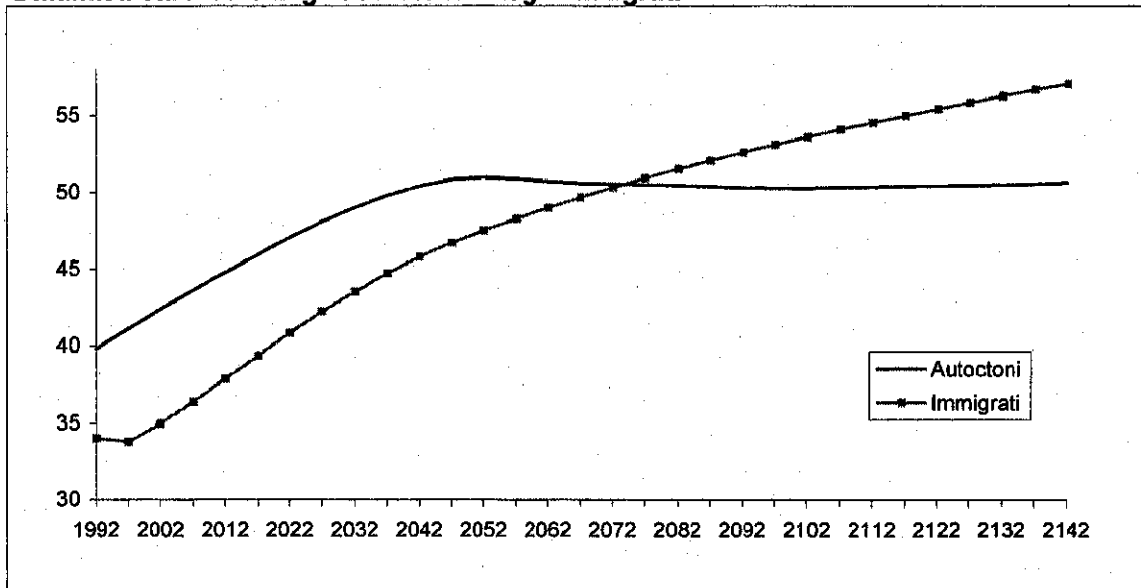


Grafico 5
Rapporto tra maschi e femmine nella popolazione totale, negli autoctoni e negli immigrati

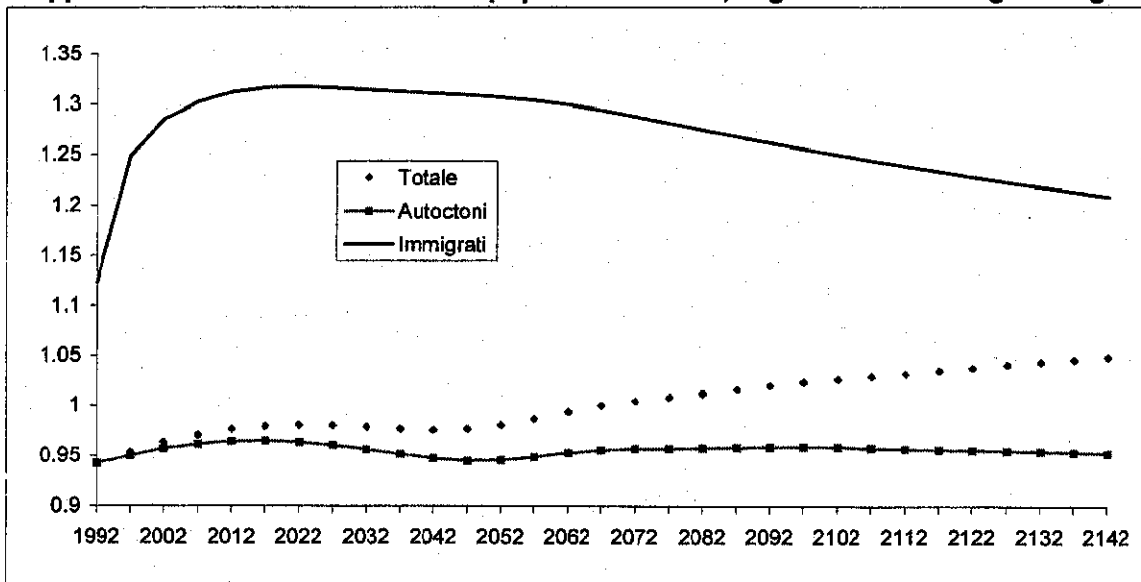


Grafico 6
Struttura per età della popolazione a varie date

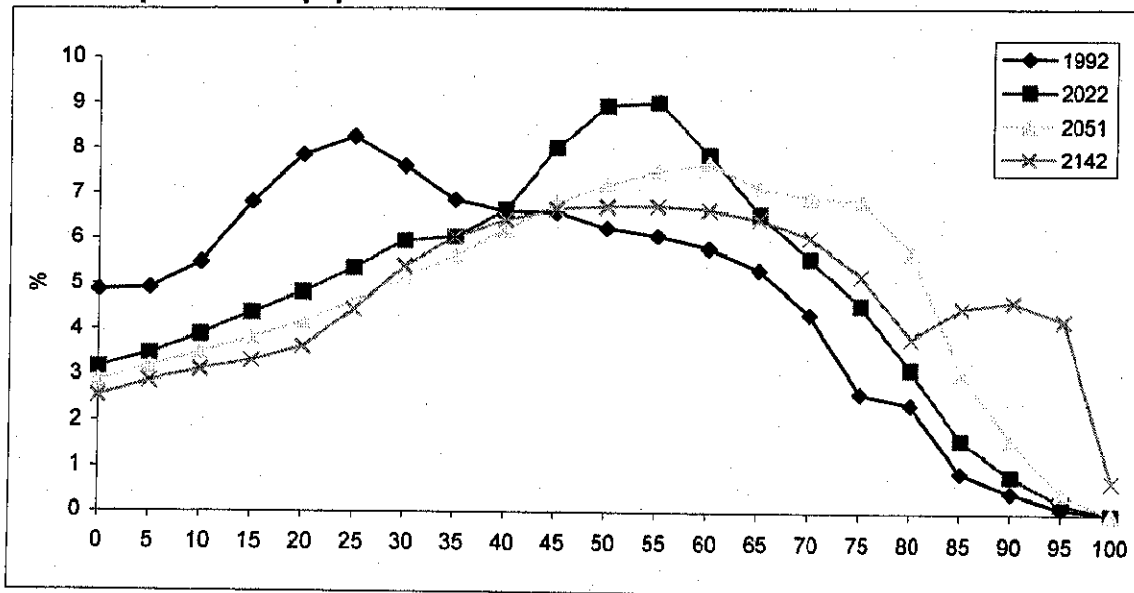


Grafico 7

Differenze tra proiezioni aggregate e disaggregate nella popolazione totale, negli autoctoni e negli immigrati

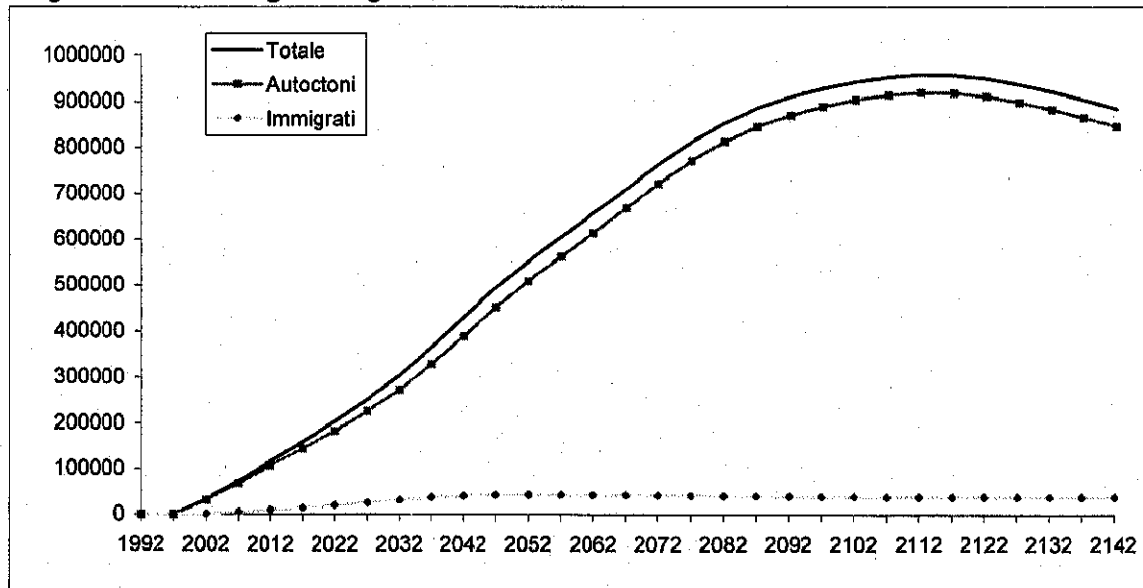


Grafico 8

Differenza tra sistema consistente e non consistente nelle nascite totali

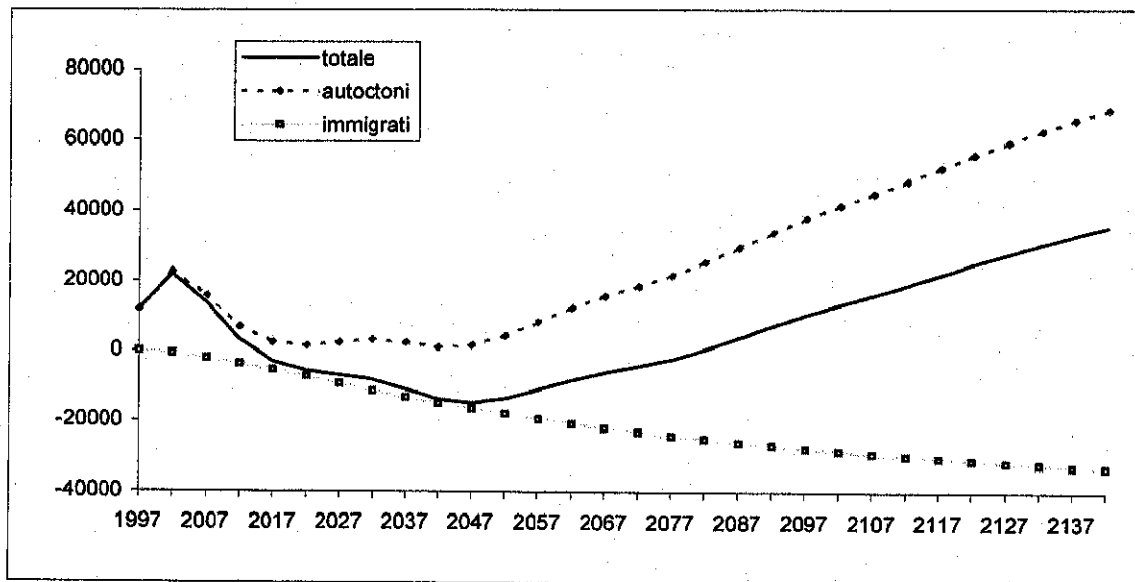


Grafico 9

Differenze tra le proiezioni non consistenti e quelle consistenti nella popolazione complessiva

