



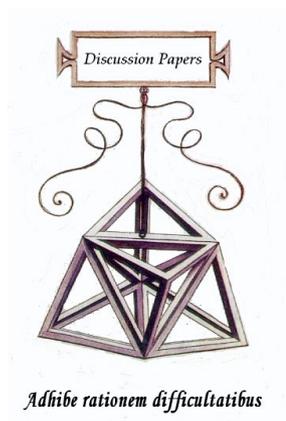
---

## *Discussion Papers*

Collana di

E-papers del Dipartimento di Scienze Economiche – Università di Pisa

---



Tommaso Luzzati, Gianluca Gucciardi

# **Una classifica robusta della sostenibilità delle regioni italiane**

*Discussion Paper n. 140*

2012

*Discussion Paper* n. 140, presentato: **settembre 2012**

**Indirizzo dell'Autore:**

Dipartimento di scienze economiche, via Ridolfi 10, 56100 PISA – Italy

tel. (39 +) 050 2216 329

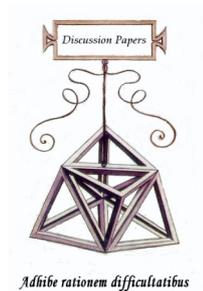
Email: [tluzzati@ec.unipi.it](mailto:tluzzati@ec.unipi.it)

© Tommaso Luzzati, Gianluca Gucciardi

La presente pubblicazione ottempera agli obblighi previsti dall'art. 1 del decreto legislativo luogotenenziale 31 agosto 1945, n. 660.

Si prega di citare così:

Luzzati T., Gucciardi G. (2012), “Una classifica robusta della sostenibilità delle regioni italiane”, *Discussion Papers del Dipartimento di Scienze Economiche – Università di Pisa*, n. 140  
<http://www.dse.ec.unipi.it/index.php?id=52>



---

Tommaso Luzzati, Gianluca Gucciardi

# Una classifica robusta della sostenibilità delle regioni italiane

---

## **Abstract**

Una classifica robusta della sostenibilità delle regioni italiane

The current economic crisis can be seen as arising from a failure to address sustainability, which is not only about Nature, but also about the society and the economy. This paper updates and further develops a previous piece of research (Floridi et al. 2011) aimed at evaluating the relative sustainability of the Italian Regions. Given a core set of indicators, selected by referring to the EU Sustainable Development Strategy, we built many composite indexes involving several rankings which allowed us to draw up a meta-ranking, that is a range of possible ranks for Italian Regions.

**Classificazione JEL:** Q01, Q56

**Keywords:** Composite indicators, rankings, sustainability measures, robustness



## ***Indice***

<b><i>1. Introduzione: la sostenibilità in tempo di crisi</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b><i>2. Il metodo</i></b>	<b><i>5</i></b>
<b><i>3. Risultati preliminari</i></b>	<b><i>15</i></b>
<b><i>4. Le performance nei macro-settori per cluster geografici</i></b>	<b><i>20</i></b>
<b><i>5. Analisi di Robustezza</i></b>	<b><i>23</i></b>
<b><i>6. Conclusioni: la nostra “classifica” di sostenibilità</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b><i>Bibliografia</i></b>	<b><i>34</i></b>
<b><i>Appendice: gli indicatori usati</i></b>	<b><i>36</i></b>

### ***1. Introduzione: la sostenibilità in tempo di crisi***

La parola “sostenibilità” evoca la natura. In effetti, il concetto di sviluppo sostenibile è stato introdotto, con il rapporto Brundtland (WCED, 1987), proprio con l’idea di dare all’ambiente naturale pari dignità rispetto alla sfera economica e a quella sociale: una gestione corretta del patrimonio naturale è riconosciuta come necessaria sia per l’equità tra i diversi popoli della terra che per quella tra generazioni.

A ben vedere, tuttavia, la sostenibilità è una nozione chiave dell’economia contemporanea. Gli economisti, almeno sin dagli anni '30 del secolo scorso, definiscono reddito (o prodotto) come ciò che può essere consumato senza intaccare il patrimonio che lo produce. Il reddito/prodotto coincide dunque con la nozione comune di frutto. Se il nostro consumo di legname in un certo anno è di 120 t mentre il nostro bosco ne produce 100 t, gli economisti considerano il prodotto pari a 100 t mentre contabilizzano 20 t come riduzione del patrimonio, come disinvestimento. Allo stesso modo, un’azienda che voglia essere durevole sa che non può contabilizzare tra gli utili le risorse che in futuro saranno necessarie a rimpiazzare gli impianti, deve cioè inserire nel bilancio i c.d. “ammortamenti”.

Le cose si complicano moltissimo quando si sale di livello, cioè quando si va a livello di collettività: il patrimonio che dà i suoi frutti diviene assai eterogeneo, non esprimibile con la stessa unità di misura e persino difficilmente individuabile.

Quando comincia a svilupparsi la contabilità nazionale, a partire dal 1930, la scelta è di misurare il prodotto/reddito attraverso dati quanto più possibile certi, vale a dire quelli derivanti da transazioni ufficiali espresse in moneta. Ovviamente il valore che se ne ottiene è una stima del reddito/prodotto, affidabile solo in economie di mercato. In alcune circostanze il reddito/prodotto è sottostimato, ad esempio nei paesi in cui l’economia sommersa è estesa, mentre in altre lo si sovrastima, come quando, per cattiva contabilità, imputiamo a reddito ciò che è perdita di patrimonio. Un esempio in tal senso è l’uso dissennato del territorio che produce vantaggi economici immediati ma alti costi (collettivi) nel futuro: ciò che di anno in anno era stato

conteggiato nel PIL come prodotto e che aveva alimentato i nostri consumi era in realtà depauperamento di patrimonio, un accumulo di “debiti” che a ogni alluvione, ad esempio, ci vengono richiesti indietro a caro prezzo.

Sarebbe dunque auspicabile leggere la presente crisi come nata dalla scarsa attenzione verso una corretta stima del prodotto: negli scorsi decenni abbiamo accumulato debiti di varia natura illudendoci che fossero prodotto. L’incapacità, forse ideologica, di indagare anche ciò che non ha valori di scambio certi, ovvero ciò che non è espresso in moneta e non è oggetto di transazioni ufficiali di mercato, sta alla base di questa illusione. Finalmente, ma solo in tempi recenti, anche la contabilità fisica dei flussi di materia è entrata nella contabilità ufficiale dell’Unione Europea, anche se ci vorranno forse anni prima che l’immaginario collettivo si convinca della sua importanza.

In tempi di crisi, dunque, dovrebbe risultare evidente la necessità di studiare quanto siano sostenibili i nostri sistemi socio-economici, non solo in termini di difesa della natura o delle generazioni a venire, ma anche rispetto alla difesa del nostro attuale benessere e qualità di vita.

Scopo del presente lavoro era di confrontare le regioni italiane in termini di sostenibilità. Il percorso che abbiamo seguito è in buona parte simile a quello individuato in una precedente pubblicazione (Floridi et al., 2011) che viene qui non solo aggiornata, ma anche estesa e radicalmente modificata in alcuni aspetti. Per effettuare detto confronto le performance delle regioni sono state esaminate attraverso l’analisi di molti “indicatori” (che chiameremo anche “variabili”) dai quali abbiamo dedotto una sorta di classifica di sostenibilità.

Appurato che esiste della “materia prima” da cui partire, ovvero numerosi indicatori statistici, le questioni da affrontare sono due, la prima riguardante la scelta degli indicatori più idonei a valutare la sostenibilità, la seconda il loro utilizzo ai fini del confronto. Partendo dalla seconda, si noti che, da un punto di vista di metodo, non vi è differenza rispetto alla formulazione di una classifica tra, ad esempio, partecipanti a un evento sportivo, tra diversi modelli di automobili o tra progetti di cooperazione. Chi ha vinto le olimpiadi? Molti sono gli indicatori che si possono scegliere - il paese con il maggior numero di medaglie, quello con il maggior numero di ori, quello con il punteggio massimo se si attribuiscono tre punti all’oro, due all’argento e uno al bronzo, il paese con il maggior numero di medaglie rispetto alla propria popolazione o rispetto al PIL, quello che ha mandato a medaglia il maggior numero di atleti o il maggior numero di diverse discipline ... Una volta scelti gli indicatori rilevanti come confrontare le nazioni? La letteratura scientifica, che affonda le sue origini ai tempi della rivoluzione francese (v. ad es. Bryan 2008), individua due strade: quella, proposta da Condorcet, dei confronti a coppie (per quanti dei criteri scelti il paese A è migliore del paese B?) e quella, iniziata da Borda, della sintesi in un unico indicatore composito (una sorta di media) dei singoli indicatori.

Per via delle difficoltà computazionali, quasi insormontabili quando le alternative (i “concorrenti”) sono molte, l’approccio a la Condorcet non viene in genere usato. Al tempo stesso, tuttavia, l’altra strada, quella della costruzione di un indicatore composito, è molto rischiosa in quanto i risultati

sono arbitrari: essi dipendono da come vengono messi insieme gli indicatori di ciascun “concorrente”. Al fine di inquadrare in modo appropriato la questione degli indicatori compositi, la Commissione Europea, attraverso il proprio Joint Research Center di Ispra (VA) e in collaborazione con OECD, ha stilato delle linee guida (Nardo et al., 2008), cui ha contribuito anche l’attuale presidente dell’ISTAT.

Pur seguendo con scrupolo le indicazioni contenute nelle appena citate linee guida, la questione dell’arbitrarietà dei risultati rimane molto rilevante. Per questo motivo, pur seguendo la strada dell’indicatore composito, stileremo una sorta di classifica solo dopo un’accurata analisi di robustezza. Non ci limiteremo, cioè, a formulare un unico indicatore composito ma, usando modi diversi per aggregare i singoli indicatori, ne “produrremo” molti così da verificare quanto muti, al variare delle tecniche di aggregazione utilizzate, il piazzamento di ciascuna regione. In questo modo speriamo di riuscire a comunicare l’intrinseca impossibilità di sintetizzare in modo univoco fenomeni complessi e multidimensionali quali la sostenibilità dello sviluppo.

Passando al problema della scelta degli indicatori, il primo passo è individuare un quadro che definisca la sostenibilità in termini pragmatici e che guidi nella selezione delle variabili. Il concetto di sviluppo sostenibile è multidimensionale, dipendendo da un numero ampio di fenomeni interconnessi di solito legati alla “armonizzazione della crescita economica e dei temi ambientali” (Munda, 1997). Ovviamente non è possibile averne una definizione univoca, come testimoniano le numerosissime definizioni proposte. Se alcuni temi ricorrono spesso nelle scelte dei ricercatori, molti sono i punti di divergenza e le diverse priorità che i vari approcci sembrano evidenziare. Ciò su cui la letteratura scientifica concorda è, seguendo il citato rapporto Brundtland, l’attenzione al tema dell’equità inter-generazionale e intra-generazionale dello sviluppo. In quest’ottica, ad esempio, sono valutate negativamente le regioni poco attente alle generazioni future (ad esempio per un uso non sostenibile di risorse rinnovabili) e/o dell’equità tra abitanti (ad esempio con una forte disuguaglianza della distribuzione del reddito).

Di fronte alla moltitudine di declinazioni di sostenibilità abbiamo fatto riferimento alla Renewed sustainable development strategy, rapporto di un importante studio condotto per la Commissione Europea e Eurostat (Ledoux et al. 2007) che raccoglie e riassume le indicazioni più rilevanti scaturite a livello istituzionale nel corso degli anni in tema di sostenibilità. Dato questo quadro teorico, previa una verifica dell’attuale disponibilità di indicatori, abbiamo deciso di utilizzare di nuovo i 66 indicatori già impiegati nel lavoro di Floridi et al. (2011). Tali indicatori, appartenenti a 8 diverse macro aree, possiedono requisiti di omogeneità, confrontabilità e reperibilità – aspetti che, tra l’altro, facilitano l’eventuale verifica di misure di policy.

La metodologia cui si è accennato ora è illustrata nel dettaglio nel prossimo capitolo, il secondo. Nel terzo capitolo sono presentate alcune possibili classifiche e si guardano le performance delle varie regioni per ciascun macro-tema. Nel capitolo quarto si mostrano gli esiti dell’analisi cluster rispetto alle possibili aggregazioni geografiche di cui si evidenziano le

principali differenze. Il quinto capitolo affronta il tema della robustezza, ovvero di quanto mutino le classifiche al variare delle tecniche impiegate per costruire l'indicatore composito. Sulla base dell'analisi di robustezza si giunge a stilare una classifica di sostenibilità discussa nel capitolo finale.

Prima di procedere è necessario un avvertimento: dato che diversi degli indicatori qui usati sono disponibili con un certo ritardo (v. appendice), non si interpretino gli esiti di questo lavoro come riferiti alla situazione odierna ma a quella di qualche anno fa.

## 2. *Il metodo*

### 2.1. La scelta delle variabili

Il primo passo per elaborare un sistema di indicatori capace di valutare un certo fenomeno è l'individuazione di un preciso quadro concettuale. Rispetto allo sviluppo sostenibile la valutazione dipende molto dai diversi approcci dei responsabili delle politiche (nella pratica) o dei ricercatori (negli studi teorici), ovvero dalla loro idea di welfare e quindi dagli obiettivi sociali che ritengono debbano essere perseguiti.

Come si è detto abbiamo fatto riferimento agli obiettivi di welfare quali espressi a livello di Unione Europea nella pubblicazione di Ledoux et al. (2007), un rapporto che individua i seguenti dieci macro-temi:

- ~ - Sviluppo socio-economico;
- ~ - Cambiamento climatico ed energia;
- ~ - Trasporto sostenibile;
- ~ - Consumo e produzione sostenibili;
- ~ - Risorse naturali;
- ~ - Salute pubblica;
- ~ - Inclusione sociale;
- ~ - Cambiamenti demografici
- ~ - Relazioni internazionali
- ~ - Governance

Da un punto di vista pratico, la scelta degli indicatori deve tener conto di una disponibilità di dati a livello regionale assai disomogenea. Ciascuna regione, infatti, raccoglie dati per indicatori differenti o dà definizioni differenti dello stesso indicatore; differisce inoltre la cadenza temporale con cui sono disponibili i dati per ciascun indicatore.

Dopo averli sottoposto a nuovo vaglio (sia teorico che in termini di mutamenti di disponibilità) abbiamo deciso di continuare a usare gli indicatori già individuati da Floridi et al. (2011). Abbiamo dunque impiegato 66 variabili, con dati disponibili per tutte le regioni italiane e che coprono otto dei dieci macrotemi prima elencati: la scarsa disponibilità di indicatori di chiaro significato teorico non ci ha consentito di includere variabili relative ai macrotemi “relazioni internazionali” e “governance”. Per motivi tecnici, abbiamo scelto solo variabili consistenti, i cui dati, cioè, sono tutti o non-negativi o non-positivi.

Si osservi tuttavia che, nonostante i limiti di disponibilità di dati, il dataset usato è abbastanza numeroso, ha un ampio spettro e contiene variabili di evidente rilevanza, a nostro parere, per descrivere la sostenibilità dello sviluppo, anche alla luce dello specifico contesto regionale italiano. La successiva Tabella 1 mostra per ciascun macro-tema il numero degli indicatori usati. Per l'elenco completo si veda l'appendice finale.

**Tabella 1: Il numero di indicatori per macro-tema**

Macrotema	Numero indicatori
Sviluppo socio-economico	12
Cambiamento climatico ed energia	4
Trasporti sostenibili	7
Consumo e produzione sostenibili	11
Risorse naturali	4
Salute pubblica	10
Inclusione sociale	15
Cambiamenti demografici	3

## 2.2. La costruzione dell'indicatore composito

### 2.2.1 La normalizzazione

Identificate le variabili tramite cui effettuare il confronto di sostenibilità, il passo successivo è aggregare i valori dei singoli indicatori in un indice composito che esprima il “punteggio” di ciascuna regione. Prima occorre, tuttavia, convertire i valori di ciascun indicatore in un’unità di misura comune: il valore aggiunto è espresso in euro, i rifiuti in tonnellate, il tasso di disoccupazione è una percentuale. A ben vedere, inoltre, avere la stessa unità di misura non è sufficiente: sia i dati sulle emissioni di sostanze tossiche che quelli sui rifiuti urbani sono espressi in unità di massa, ma certo non possiamo considerarli omogenei tra loro e, magari, sommarli! Per rendere omogenei i dati dei diversi indicatori vi sono diverse possibilità non equivalenti tra loro, nel senso che ciascuna di essa può condurre a risultati molto diversi quando si vanno poi a aggregare i valori nell’indicatore composito. Elenchiamo di seguito le normalizzazioni impiegate in questa ricerca.

#### **Z-Score**

Con questa tecnica si misura la distanza della *performance* della regione rispetto al valore medio nazionale e la si rapporta alla deviazione standard dalla media. In questo modo la serie dei valori standardizzati ha media pari a zero e deviazione standard pari a uno.

#### **Min-Max**

Con questa tecnica si normalizzano i valori degli indicatori in modo da ottenere un identico intervallo di variazione per tutti gli indicatori del *dataset*.

Preso un indicatore vengono individuati il valore minimo e il valore massimo registrato tra le regioni. Il valore osservato in ciascuna regione è poi normalizzato facendo la differenza tra il valore osservato e il valore massimo e rapportandola alla differenza tra il massimo e il minimo. Dunque, la regione

migliore rispetto ad un certo indicatore ottiene il punteggio di 1, mentre la regione peggiore riceve un punteggio pari a 0.

#### **Distanza dalla media e distanza dal leader**

Con queste due tecniche si standardizza una certa osservazione rispetto a punto di riferimento.

La distanza dalla media, nonostante il nome, è calcolata come rapporto tra il valore osservato della variabile per una certa regione e il valor medio regionale per quella variabile. In questo caso la regione ottiene un punteggio maggiore o minore di 1 a seconda che la propria performance sia sopra o sotto la media.

La ‘distanza dal leader’ si ottiene come rapporto tra il valore osservato della variabile per una certa regione e il valore massimo della medesima variabile fra le regioni. In questo modo la regione *leader* ottiene un punteggio pari a 1, mentre le altre regioni ottengono valori tanto minori quanto maggiore è la loro distanza relativa rispetto alla regione *leader*.

Rispetto alle precedenti, queste due tecniche premiano chi, in un certo indicatore, è leader con prestazioni decisamente migliori delle altre. Non sempre questo è desiderabile in quanto talvolta si potrebbe essere di fronte a casi molto particolari, noti come *outlier*, poco utili ai fini del confronto perché difficilmente imitabili.

#### **Conta di Borda**

Si tratta di una normalizzazione molto semplice che assegna un punteggio inversamente proporzionale alla posizione in classifica della regione in ciascuna variabile. Questa tecnica, focalizzandosi solo sulla posizione di classifica, nasconde l'ampiezza delle distanze, ovvero quanto le regioni sono distanti tra loro rispetto ad un indicatore. In altri termini, con questo metodo quello che conta è solo il piazzamento e non la distanza. Proprio per questo motivo, tuttavia, la ‘conta di Borda’ “neutralizza” l'eventuale presenza di *outlier*.

La Tabella 2 riassume i diversi tipi di normalizzazione usati in questo lavoro.

**Tabella 2. Le normalizzazioni impiegate**

Normalizza- zione	Funzione	campo di variazione
Z-score	$y = (x-av)/devst$	il 95% della distribuzione $\in [-1;1]$
Min-max	$y = (Max-x) / (Max-Min)$	[0;1]
Distanza dal leader	$y = x/Max$	[0;1]
Distanza dalla media	$y = x/av$	$>0$
Conta di Borda	$1=Max; 0,95=x'';$ $\dots; 0,05=Min$	(0;1]

dove  $y$  è la variabile normalizzata,  $x$  la variabile originaria,  $av$  è la media aritmetica,  $devst$  la deviazione standard,  $Max$  il valore più alto,  $Min$  il valore più basso,  $x''$  il secondo valore.

### 2.2.2 La Ponderazione

Un passo importante nella costruzione di un composito riguarda il peso che si attribuiscono a ciascun indicatore, peso che dipenderà dall'importanza che il ricercatore attribuisce al fenomeno descritto dall'indicatore stesso rispetto agli altri. E' chiaro che la scelta dei pesi ha molta influenza sulla classifica finale.

Dato che i pesi rappresentano un giudizio di valore non esiste un sistema oggettivamente valido. D'altra parte, il problema non si può eludere non assegnando alcun peso: ciò significa infatti assegnare, in modo implicito, lo stesso peso a ciascun indicatore. In questo caso il punteggio verrebbe ad essere influenzato da come è composto l'insieme degli indicatori scelti: se, ad esempio, per un insieme di automobili disponessimo di 5 indicatori sulle loro *performance* economiche e di 1 indicatore sulla sua sicurezza, il composito sarebbe costruito con un peso implicito della sicurezza cinque volte inferiore rispetto a quello delle caratteristiche economiche. Deve essere dunque chiaro che qualsiasi scelta è ammissibile, purché venga esplicitata con chiarezza.

La nostra preferenza va per un sistema di ponderazione che assegni lo stesso peso a ciascuno dei macro-temi (*Equal weight for theme*, EWT), proprio nell'ottica di considerare la sostenibilità come derivante da un mix equilibrato di vari aspetti. All'interno di ciascun tema, assegnamo lo stesso peso ai diversi indicatori, non trovando solide ragioni per assegnare pesi diversi.

Il sistema di ponderazione in cui si attribuisce a ciascun indicatore lo stesso peso, indipendentemente dal macro-tema di appartenenza, non viene tuttavia escluso ma impiegato per l'analisi di robustezza. La peculiarità della presente analisi è infatti quella di non limitarsi a un indicatore composito ma di elaborarne molti, per poi cercare di individuare una classifica robusta rispetto alla variazione delle tecniche con le quali sono stati costruiti i diversi compositi. A tal fine impieghiamo anche una ponderazione "ottimistica", tale per cui si dà minor peso agli aspetti nei quali una particolare regione ha delle cattive *performance*. Di seguito vediamo i sistemi di ponderazione usati.

### Equal Weight for Indicator (EWI)

Questo sistema prevede che tutte le variabili ricevano il medesimo peso. Di conseguenza, ciascun tema riceverà un'importanza proporzionale al numero di indicatori che sono stati selezionati per quel tema. Considerato che la disponibilità degli indicatori è molto diversa tra un tema e l'altro, si avrà normalmente una "rappresentanza diseguale". Ciononostante, questa ponderazione può risultare appropriata laddove non esista una teoria consolidata per la valutazione delle *performance* regionali, specie in caso di assenza di una teoria per le relazioni causali e di correlazione tra le variabili.

Nel caso in esame, poiché si considerano 66 variabili, EWI significa attribuire un peso pari a  $1/66$ . Considerata la distribuzione delle variabili tra i diversi macro temi, usare EWI implica dare un maggior peso ai macro temi "Sviluppo socio-economico", "Consumo e produzione sostenibile", "Salute pubblica" e "Inclusione sociale" e minore a "Cambiamento climatico ed energia", "Trasporti sostenibili", "Risorse naturali" e "Cambiamenti demografici". La seguente Tabella 4 riporta il peso che ciascun macro-tema riceve in modo implicito con la ponderazione EWI.

**Tabella 3. Pesi per macro-tema con EWI**

Macrotema	Peso macro-tema	Peso per indicatore
Sviluppo socio-economico	12/66	1/66
Cambiamento climatico ed energia	4/66	1/66
Trasporti sostenibili	7/66	1/66
Consumo e produzione sostenibili	11/66	1/66
Risorse naturali	4/66	1/66
Salute pubblica	10/66	1/66
Inclusione sociale	15/66	1/66
Cambiamenti demografici	3/66	1/66

### Equal Weight for Theme (EWT)

Questa ponderazione attribuisce lo stesso peso a ciascun tema, così da evitare che alcune delle determinanti dello sviluppo sostenibile ricevano un peso maggiore per il solo motivo di essere descritte da più variabili. Si assegna dunque un peso uguale a ogni macro-tema,  $1/8$  nel nostro caso, e si attribuisce poi il medesimo peso alle variabili all'interno di ognuno. Indicatori di macro-temi differenti hanno così pesi differenti.

La tabella 5 riporta il peso assegnato a ciascun indicatore con questa ponderazione.

**Tabella 4. Pesi per indicatore con EWT**

Macro-tema	Peso macro-tema	Peso indicatori
Sviluppo socio-economico	1/8	0,01042
Cambiamento climatico ed energia	1/8	0,03125
Trasporti sostenibili	1/8	0,01786
Consumo e produzione sostenibili	1/8	0,01136
Risorse naturali	1/8	0,03125
Salute pubblica	1/8	0,01250
Inclusione sociale	1/8	0,00833
Cambiamenti demografici	1/8	0,04167

#### **Ponderazione ottimistica**

Entrambe le tipologie di ponderazione non considerano che un ottimo piazzamento in certi settori potrebbe derivare dal fatto che la regione abbia concentrato i propri sforzi di *policy* su alcuni temi specifici; allo stesso modo un cattivo piazzamento potrebbe derivare da una scelta politica, dal non ritenere importanti quei temi. Il piazzamento è inoltre influenzato da peculiarità (positive o negative) sulle quali vi è scarsa possibilità di intervento, vuoi perché sono caratteristiche geografiche e storiche del territorio, vuoi perché sono determinate da scelte sovra-regionali. Infine, gli indicatori scelti potrebbero rappresentare in modo non veritiero una certa situazione. Per tutti questi motivi, le valutazioni derivanti da un certo composito potrebbero essere sbagliate, sia in negativo che in positivo. Di conseguenza, di fronte a un cattivo piazzamento di una qualche regione, si potrebbe concedere il "beneficio del dubbio",<sup>1</sup> ovvero immaginare che tale valutazione sia erroneamente severa. Per tener conto di questa ipotesi, abbiamo individuato per una data regione i sei indicatori in cui ottiene i piazzamenti peggiori attribuendo ad essi peso nullo e agli altri pesi con metodo EWT o EWI. Ripetendo questa procedura per ogni regione si ottengono venti sistemi di pesi, uno per ciascuna regione. Ovviamente, l'esclusione delle 6 peggiori variabili favorisce per lo più le regioni i cui piazzamenti nei diversi indicatori sono tra loro molto variabili.

#### **2.2.3 L'Aggregazione**

L'aggregazione rappresenta la fase conclusiva nel processo di costruzione dell'indicatore composito. Essa consiste nel sintetizzare i valori normalizzati in un unico punteggio riassuntivo per ciascuna regione.

Come per la ponderazione e la normalizzazione, anche la scelta del tipo di aggregazione influenza la classifica. Per questo motivo vediamo ora le tecniche impiegate qui, anche evidenziandone l'impatto sul risultato finale.

<sup>1</sup> Con il termine *Benefit-Of-the-Doubt* (BOD) si indica una tecnica (Melyn e Moesen 1991) attraverso cui il ricercatore attribuisce i pesi alle variabili degli individui in modo da massimizzare il valore dell'indicatore composito di ciascuna alternativa (nel nostro caso le regioni).

E' innanzitutto necessario distinguere tra due tipi di aggregazione: compensatoria e non-compensatoria. Nel primo caso, gli eventuali risultati mediocri in alcuni indicatori vengono compensati da risultati buoni in altri. Nel secondo caso, la compensazione è limitata o non ammessa: si può ritenere, ad esempio, che si debba raggiungere almeno una soglia di sufficienza in ciascun indicatore o, più in generale, che si debbano avere *performance* bilanciate rispetto a tutti gli aspetti di interesse.

In questa sede sono state utilizzate tre tecniche di aggregazione, il metodo additivo, quello geometrico, quello con media concava.

#### Metodo lineare additivo

Questa tecnica di aggregazione consiste nella media pesata dei valori normalizzati degli indicatori. L'indicatore composito è dunque

$$CI_r = \sum_{q=1}^Q w_q I_{qr}$$

dove  $q$  è l'indicatore,  $r$  la regione,  $w_q$  il peso dell'indicatore  $q$ ,  $I_{qr}$  il valore assunto dall'indicatore  $q$  nella regione  $r$ .

Condizione necessaria e sufficiente per usare tale tecnica sarebbe la cosiddetta "indipendenza delle preferenze", ovvero l'indipendenza tra le variabili. Da un punto di vista teorico, questa caratteristica permetterebbe di isolare il contributo marginale della singola variabile sul valore complessivo dell'indicatore composito. Nei fatti, tale proprietà è quasi impossibile da osservare e anche nel nostro *data-set* vi è un discreto livello di correlazione fra le variabili, soprattutto all'interno dello stesso macro-tema. In presenza di correlazione tra le variabili, il metodo lineare additivo può soffrire di un *bias*, ovvero riflettere in modo non corretto le informazioni dei singoli indicatori: tali variabili, in parte o del tutto intercambiabili, se sommate potrebbero amplificare oltre misura una caratteristica (positiva o negativa) di una regione a scapito delle altre. E' tuttavia molto difficile determinare *ex-post* da quale variabile derivi il *bias* e, quindi, come correggerlo.

La caratteristica chiave dell'aggregazione lineare è la compensabilità dei risultati: se una regione ottiene un numero elevato di punteggi scadenti insieme a un piccolo numero di risultati eccezionalmente positivi, questi ultimi possono compensare le *performance* negative. Per illustrare meglio il punto supponiamo, di avere 5 variabili normalizzate. Per una regione tutte le variabili assumano un valore pari a 0,4, per un'altra quattro indicatori abbiano un valore pari a 0,25 e uno uguale a 1. Usando l'aggregazione lineare entrambe le regioni avrebbero lo stesso punteggio, pari a 0,4, nonostante sia ragionevole pensare che la regione con prestazioni sbilanciate sia meno sostenibile dell'altra.

#### Aggregazione geometrica

Con questa tecnica di aggregazione si usa la media geometrica pesata dei valori normalizzati degli indicatori. Il punteggio, ovvero l'indicatore composito, è dunque

$$CI_r = \prod_{q=1}^Q I_{q,r}^{w_q}$$

dove  $q$  è l'indicatore,  $r$  la regione,  $w_q$  il peso dell'indicatore  $q$ ,  $I_{qr}$  il valore assunto dall'indicatore  $q$  nella regione  $r$ .

Pur essendo di tipo compensatorio, questa aggregazione può considerarsi vicina a metodi non compensatori in quanto la media geometrica premia le prestazioni equilibrate.<sup>2</sup> Come conseguenza, miglioramenti in indicatori con *performance* mediocri incrementerebbero il punteggio di più di quanto lo producano miglioramenti in indicatori le cui prestazioni sono buone.

Quanto alla compensazione si osservi che anche in questo caso i pesi devono essere considerati come coefficiente di *trade-off* tra le variabili (Munda, 2008). La differenza con l'aggregazione lineare è che la compensazione è costante, mentre in quella geometrica essa è minore per gli indicatori con valori bassi. Questo evidenzia, tra l'altro, come l'effetto della scelta dei pesi dipende anche dal tipo di aggregazione scelto.

#### Aggregazione per media concava

Questa tecnica di aggregazione (v. Casadio et al., 2004) ha effetti che combinano quelli dei due metodi appena visti: come la media geometrica, punisce gli sbilanciamenti, tuttavia, quando la *performance* è elevata l'aggregazione diviene (a seconda dei parametri) pressoché lineare. In termini più precisi, il composito è calcolato come media aritmetica pesata delle differenze tra ciascun indicatore normalizzato e una penalità che cresce in modo più che proporzionale al peggiorare della *performance*, ovvero

$$CI_r = \sum_{q=1}^Q w_q (I_{qr} - h e^{-k I_{qr}})$$

dove  $I_{qr}$  è l'indicatore,  $r$  la regione,  $w_q$  il peso dell'indicatore  $q$ ,  $k$  e  $h$  sono due parametri  $>0$ .

Per comodità nell'esposizione si indichi con  $T$  il termine tra parentesi, ovvero la trasformazione dell'indicatore normalizzato nella somma algebrica dello stesso con la propria penalità; ovviamente  $T(I_{qr})$ .

Questo metodo di aggregazione attribuisce un punteggio complessivo più basso alle regioni che mostrano una distanza maggiore rispetto al *locus* dell'equilibrio ideale nello spazio delle variabili. Per mostrare questa caratteristica, si consideri l'esempio riportato nella Tabella 5. Si prendano due regioni, R1 e R2, i cui indicatori abbiano rispettivamente una media pari a 0,2 e 0,8 e la stessa variabilità, misurata da una deviazione standard pari a 0,2. Quando  $h=1$  e  $k=6$  le due regioni ottengono rispettivamente un punteggio di -0,264 e 0,792. Un'equi-distribuzione dei valori, indicata in tabella con un asterisco, massimizzerebbe il loro punteggio. Tuttavia il miglioramento sarebbe

<sup>2</sup> Il motivo di ciò è lo stesso per cui, a parità di perimetro, un quadrato ha un'area maggiore di un rettangolo.

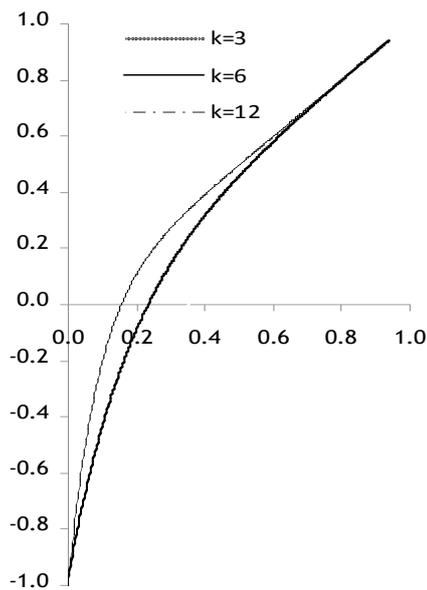
sostanziale solo per la regione con basse *performance*, che da -0,264 arriverebbe a -0,101, mentre il punteggio della seconda regione rimarrebbe quasi invariato, pari a 0,792.

**Tabella 5. Gli effetti dell'aggregazione con media concava**

Regioni → Indicatori ↓	R1	R1*	R2	R2*
I1	0	0,2	0,60	0,8
I2	0,2	0,2	0,80	0,8
I3	0,4	0,2	1,00	0,8
<b>Media lineare</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Penalità</b>				
I1	-1,00	-0,30	-0,03	-0,01
I2	-0,30	-0,30	-0,01	-0,01
I3	-0,09	-0,30	0,00	-0,01
penalità TOT	-1,39	-0,90	-0,04	-0,02
<b>Media Concava</b>	<b>-0,264</b>	<b>-0,101</b>	<b>0,787</b>	<b>0,792</b>

La ragione di questa asimmetria deriva dalla maggiore penalizzazione sulle *performance* mediocri, in questo caso -1 per I1R1.

Prima di procedere oltre è necessario evidenziare che i due parametri  $h$  e  $k$  determinano la concavità della funzione di penalità e, dunque, anche della funzione  $T(I_{qr})$  prima definita. Il parametro  $h$  influenza soprattutto la grandezza relativa della penalità rispetto al valore normalizzato dell'indicatore. Fissando  $h=1$ ,  $T$  assume valori compresi tra 0 e 1. A parità di valori di  $h$ , aumenti del valore di  $k$ , da un lato, aumentano la penalità per prestazioni mediocri, ovvero la concavità della funzione  $T(I_{qr})$ , d'altro lato, riduce il tratto di dominio in cui la funzione  $T(I_{qr})$  è molto concava. L'ovvio motivo è che, all'aumentare di  $k$ , la penalità si riduce sempre più rapidamente al crescere del valore dell'indicatore normalizzato. Per visualizzare quanto appena detto si può osservare la Figura 1 in cui sono tracciate tre curve per tre differenti valori di  $k$ ,  $k=3$ ,  $k=6$ ,  $k=20$ , dato  $h=1$ . Come si nota, quando  $k$  è piccolo la concavità è modesta ma abbastanza uniforme su tutto il dominio; al crescere di  $k$  la concavità aumenta ma solo per valori piccoli del dominio, ovvero dell'indicatore normalizzato. Quando  $k=6$ , la funzione  $T$  diviene pressoché lineare per valori dell'indicatore di circa 0,5 mentre per  $k=20$  il tratto più lineare comincia già intorno a 0,2.



*Figura 1. La trasformazione con media concava al variare dei valori di  $k$*

In questo lavoro abbiamo ritenuto ragionevole usare un valore di  $h$  pari a 1 e un valore di  $k$  pari a 6 per quelle normalizzazioni in cui l'intervallo della variabile normalizzata è tra 0 e 1 (ovvero "min-max" e "distanza dal leader"). In questo modo la funzione  $T$  diviene quasi lineare (ovvero con penalità quasi nulle) quando l'indicatore assume un valore intorno a 0,5. Abbiamo invece dovuto usare un diverso valore di  $k$  per la normalizzazione "z-score" in quanto trasforma gran parte degli indicatori in un intervallo compreso tra -1 e 1. I valori negativi, infatti, sono fortemente penalizzati dalla forma esponenziale, penalizzazione crescente all'aumentare di  $k$ ; tuttavia al ridursi di  $k$  si riduce anche la concavità della funzione  $T$ . Per questi motivi abbiamo fissato come compromesso  $k=h=1$ , parametrizzazione che dà risultati simili al caso  $h=1$ ,  $k=6$  per normalizzazioni comprese tra 0 e 1.

### 3. Risultati preliminari

#### 3.1. Alcune possibili classifiche

Come punto di partenza per l'analisi cominciamo con quattro possibili compositi, tutti basati sulla ponderazione EWT. Come si è detto questa ponderazione riflette l'idea che lo sviluppo è sostenibile quando i diversi aspetti si compongono in modo equilibrato tra loro. Come normalizzazione usiamo lo 'z-score' e la 'distanza dal leader', mentre come aggregazione quella lineare e quella con media concava. Si ottengono in questo modo le classifiche riportate nella Tabella 6. Le prime due colonne indicano la classifica e il punteggio con normalizzazione 'z-score' e aggregazione lineare, nelle altre colonne i punteggi degli altri compositi e l'eventuale nuova posizione.

Risulta subito evidente quanto possa essere variabile il piazzamento di una singola regione, pur partendo dallo stesso insieme di dati: in questo caso solo la Campania e il Trentino A.A. mantengono immutati i loro piazzamenti.

**Tabella 6: Quattro classifica confronto (z-score, EWT, aggregazione lineare e media concava)**

Ponderazione: Equal Weight for Theme									
Normalizzazione: z-score			Normal.: dal leader						
Aggr. lineare			Aggr.: concava		lineare		Concava		
Pos.	punti	Regione	Pos.	Punti	Pos.	Punti	Pos.	Punti	
1	0.49	Trentino A. A.		-0.54		0.73		0.70	
2	0.29	Liguria	4	-0.91		0.70	4	0.65	
3	0.29	Toscana	2	-0.61		0.70	2	0.68	
4	0.22	Piemonte	3	-0.72		0.69	3	0.67	
5	0.20	Lazio		-1.05	6	0.68	8	0.62	
6	0.17	Lombardia	11	-1.34	7	0.67		0.62	
7	0.17	Emilia-Romagna		-1.18	5	0.68	5	0.63	
8	0.11	Valle d'Aosta	20	-3.07		0.67	7	0.62	
9	0.05	Veneto		-1.31		0.65	11	0.60	
10	0.03	Marche	6	-1.09		0.65		0.61	
11	-0.02	Umbria	10	-1.34	13	0.64	13	0.60	
12	-0.03	Friuli V. Giulia		-1.45	11	0.65	9	0.61	
13	-0.03	Abruzzo	8	-1.22	12	0.64	12	0.60	
14	-0.06	Campania		-1.88		0.64		0.56	
15	-0.17	Basilicata	13	-1.88		0.62		0.55	
16	-0.19	Calabria	15	-2.27		0.61		0.52	
17	-0.30	Sardegna	16	-2.32	18	0.59		0.51	
18	-0.32	Molise	17	-2.57	17	0.59		0.50	
19	-0.39	Sicilia	18	-2.65		0.57		0.45	
20	-0.51	Puglia	19	-3.00		0.55		0.44	

### 3.2. I Macro-Indicatori dello Sviluppo Sostenibile

Elaborare un indicatore composito e poi una classifica non deve essere un esercizio ludico, a scopo di curiosità, bensì costituire un punto di partenza per la riflessione, per comprendere i motivi dei piazzamenti. A tal fine è fondamentale analizzare le prestazioni nei macro-temi. Le prossime tabelle, dunque, riportano le classifiche per macrotemi per un particolare composito, costruito con normalizzazione ‘distanza dal leader’, ponderazione EWI, aggregazione ‘lineare’. La scelta di questo composito è dettata solo dall’intuitività del suo significato. Si consideri infatti che con la normalizzazione ‘distanza dal leader’ una regione che fosse la migliore in ciascun indicatore di un certo macro-tema avrebbe punteggio pari a 100; di conseguenza il punteggio ottenuto in un macrotema costituisce la media degli indicatori normalizzati in quel macrotema e indica quanto una regione è distante dalla massima prestazione possibile.

La prima colonna delle tabelle seguenti riporta i piazzamenti di ciascuna regione nei singoli macrotemi, la seconda il nome della regione, la terza il punteggio. Alla fine del paragrafo un quadro sinottico riassume i piazzamenti in tutti i macro-temi. Nella lettura delle tabelle è bene ricordare che la scelta di un diverso indicatore composito, come vedremo meglio tra poco, comporta punteggi e classifiche differenti e che pertanto le seguenti classifiche hanno una valenza solo indicativa.

**Tabella 7. Sviluppo Socio-Economico**

1	Emilia–Romagna	91,1
2	Lombardia	88,4
3	Piemonte	87,7
4	Friuli V. Giulia	86,5
5	Lazio	84,6
6	Veneto	83,1
7	Toscana	80,9
8	Trentino - Alto Adige	77,6
9	Liguria	77,4
10	Marche	73,1
11	Valle d'Aosta	70,3
12	Umbria	68,8
13	Abruzzo	66,6
14	Campania	57,5
15	Sardegna	55,1
16	Basilicata	52,8
17	Molise	52,1
18	Puglia	51,2
19	Sicilia	51,2
20	Calabria	46,5

**Tabella 8. Cambiamenti Climatici e Energia**

1	Trentino - Alto Adige	77,1
2	Valle d'Aosta	69,5
3	Basilicata	60,5
4	Campania	59,8
5	Piemonte	59,2
6	Calabria	58,9
7	Veneto	58,9
8	Lombardia	58,6
9	Toscana	58,1
10	Marche	57,5
11	Abruzzo	57,1
12	Lazio	57,0
13	Umbria	52,2
14	Emilia–Romagna	51,6
15	Sicilia	50,3
16	Friuli V. Giulia	50,1
17	Molise	49,4
18	Liguria	45,5
19	Sardegna	44,0
20	Puglia	30,4

**Tabella 9 Trasporti Sostenibili**

1	Liguria	86,4
2	Campania	80,1
3	Trentino - Alto Adige	77,1
4	Sardegna	73,7
5	Sicilia	73,6
6	Calabria	73,6
7	Lazio	72,5
8	Puglia	72,2
9	Lombardia	71,8
10	Piemonte	70,8
11	Molise	69,7
12	Toscana	69,5
13	Basilicata	67,1
14	Abruzzo	66,9
15	Veneto	65,9
16	Marche	62,6
17	Friuli V. Giulia	62,5
18	Emilia-Romagna	60,3
19	Valle d'Aosta	60,0
20	Umbria	58,4

**Tabella 10 Consumo e Produzione Sostenibile**

1	Piemonte	69,8
2	Calabria	68,5
3	Basilicata	68,1
4	Marche	66,1
5	Campania	65,7
6	Abruzzo	64,7
7	Valle d'Aosta	64,4
8	Trentino - Alto Adige	64,0
9	Lombardia	63,8
10	Toscana	62,3
11	Emilia-Romagna	60,4
12	Lazio	60,4
13	Friuli V. Giulia	59,8
14	Umbria	59,0
15	Sardegna	58,7
16	Veneto	57,0
17	Liguria	55,9
18	Sicilia	53,6
19	Puglia	52,7
20	Molise	52,6

**Tabella 11. Risorse Naturali**

1	Liguria	91,1
2	Valle d'Aosta	75,0
3	Trentino - Alto Adige	72,8
4	Campania	72,4
5	Toscana	67,7
6	Abruzzo	67,6
7	Sardegna	67,6
8	Molise	67,6
9	Piemonte	60,5
10	Basilicata	58,9
11	Friuli V. Giulia	58,1
12	Umbria	57,5
13	Puglia	55,2
14	Sicilia	51,1
15	Lazio	51,0
16	Marche	50,8
17	Emilia-Romagna	49,9
18	Calabria	47,9
19	Veneto	44,6
20	Lombardia	34,0

**Tabella 12. Salute Pubblica**

1	Lombardia	81,4
2	Toscana	80,3
3	Lazio	79,1
4	Molise	78,4
5	Umbria	78,3
6	Sardegna	78,1
7	Emilia-Romagna	76,5
8	Liguria	76,2
9	Abruzzo	74,8
10	Marche	74,8
11	Trentino - Alto Adige	74,8
12	Puglia	74,4
13	Valle d'Aosta	74,0
14	Veneto	73,3
15	Piemonte	72,9
16	Basilicata	72,8
17	Calabria	72,5
18	Friuli V. Giulia	71,1
19	Sicilia	69,9
20	Campania	69,0

**Tabella 13. Inclusione sociale**

1	Emilia–Romagna	87,8
2	Trentino - Alto Adige	84,9
3	Friuli V. Giulia	82,1
4	Toscana	81,5
5	Veneto	78,8
6	Umbria	78,0
7	Lombardia	77,4
8	Liguria	76,4
9	Marche	74,4
10	Piemonte	73,4
11	Valle d'Aosta	73,3
12	Lazio	68,6
13	Abruzzo	66,5
14	Molise	58,2
15	Calabria	55,8
16	Basilicata	55,3
17	Sardegna	54,9
18	Sicilia	49,5
19	Puglia	49,3
20	Campania	45,9

**Tabella 14. Cambiamenti demografici**

1	Lazio	92,3
2	Calabria	87,8
3	Lombardia	87,1
4	Emilia–Romagna	87,0
5	Veneto	84,5
6	Basilicata	84,2
7	Campania	83,7
8	Marche	83,3
9	Toscana	82,6
10	Umbria	82,4
11	Piemonte	81,8
12	Sicilia	77,9
13	Trentino - Alto Adige	77,0
14	Puglia	76,3
15	Valle d'Aosta	74,9
16	Abruzzo	74,3
17	Liguria	73,2
18	Friuli V. Giulia	71,3
19	Molise	69,0
20	Sardegna	67,1

*Tabella 15. Classifiche Regionali: generale e per macro-temi*

	Sviluppo socio-economico	Cambiamento climatico e energia	Trasporti sostenibili	Consumi e produzione sostenibili	Risorse naturali	Salute pubblica	Inclusione sociale	Cambiamento demografico
Abruzzo	13	11	14	6	6	9	13	16
Basilicata	16	3	13	3	10	16	16	6
Calabria	20	6	6	2	18	17	15	2
Campania	14	4	2	5	4	20	20	7
Emilia–Romagna	1	14	18	11	17	7	1	4
Friuli V. Giulia	4	16	17	13	11	18	3	18
Lazio	5	12	7	12	15	3	12	1
Liguria	9	18	1	17	1	8	8	17
Lombardia	2	8	9	9	20	1	7	3
Marche	10	10	16	4	16	10	9	8
Molise	17	17	11	20	8	4	14	19
Piemonte	3	5	10	1	9	15	10	11
Puglia	18	20	8	19	13	12	19	14
Sardegna	15	19	4	15	7	6	17	20
Sicilia	19	15	5	18	14	19	18	12
Toscana	7	9	12	10	5	2	4	9
Trentino – A. Adige	8	1	3	8	3	11	2	13
Umbria	12	13	20	14	12	5	6	10
Valle d'Aosta	11	2	19	7	2	13	11	15
Veneto	6	7	15	16	19	14	5	5

#### 4. *Le performance nei macro-settori per cluster geografici*

A questo punto dell'analisi abbiamo cercato di individuare le somiglianze e le differenze tra le regioni e le varie aree del Paese. Per valutare il livello di similarità tra gli elementi in un certo insieme, un criterio che viene spesso adottato è una misura di distanza. Dei diversi tipi di misure (v. ad es. Nardo et al., 2008), abbiamo qui adottato la distanza euclidea<sup>3</sup>, definita come

$$D(x, y) = \left( \frac{\sum_{i=1}^{N_d} (x_i - y_i)^2}{N_d} \right)^{1/2}$$

dove  $x_i$  e  $y_i$  sono i valori per un certo indicatore della regioni  $x$  e  $y$ .  $N_d$  è il numero complessivo di indicatori,  $N_d=66$  nella nostra analisi.

Per individuare i *cluster*, ovvero le aggregazioni tra regioni, abbiamo usato un metodo iterativo noto come *k-means clustering* (Hartigan, 1975). Con esso si assegna ogni punto al *cluster* il cui centro (baricentro) è più vicino. Il baricentro è la media di tutti i punti del *cluster*: le sue coordinate sono la media aritmetica, calcolata per ogni dimensione separatamente su tutti i punti del *cluster*. In sintesi, il procedimento dell' algoritmo è il seguente:

1. scegliere il numero  $k$  di *cluster*;
2. generare casualmente  $k$  *cluster* e determinarne i rispettivi baricentri;
3. assegnare ogni punto al più vicino centro di *cluster* (tramite la distanza euclidea);
4. calcolare i baricentri dei *cluster* ottenuti;
5. ripetere i passaggi 3 e 4 fino a quando l'assegnazione dei punti lascia i *cluster* (e i baricentri) invariati.

Il metodo ora descritto richiede dunque di fissare *ex-ante* il numero dei *cluster*. Questo non ha rappresentato un problema in quanto era nostra intenzione verificare se anche per il nostro insieme di dati valesse una delle suddivisioni usate più spesso da ISTAT, quella che prevede cinque aree geografiche, Nord-Ovest (Liguria, Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta), Nord-Est (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige e Veneto), Centro (Lazio, Marche, Toscana ed Umbria), Sud (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise e Puglia) e Isole (Sardegna e Sicilia). Per questo motivo abbiamo fissato a cinque il numero di cluster nell'algoritmo impiegato.

I risultati che otteniamo sono riportati in Tabella16. Essi mostrano una suddivisione in *cluster* che non ricalca del tutto la divisione secondo lo schema ISTAT, anche se è comunque il fattore geografico a influenzare molto le caratterizzazioni regionali. In particolare le *performance* delle regioni settentrionali sono abbastanza omogenee tra Nord-Ovest e Nord-Est, fatta eccezione per il Trentino Alto-Adige e la Valle d'Aosta.

---

<sup>3</sup> Abbiamo usato dati normalizzati per evitare il problema della differenza di scala negli indicatori.

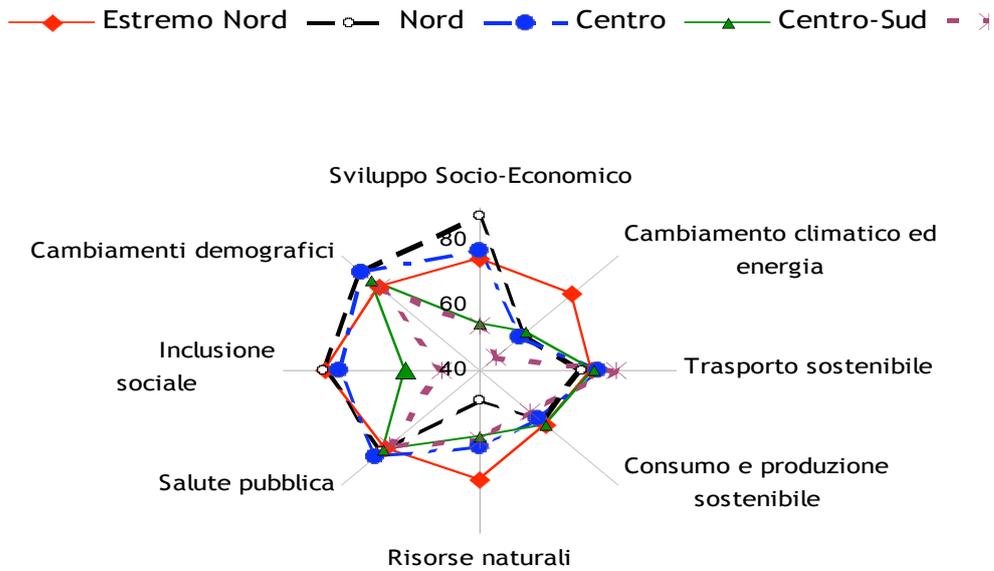
Tabella 16. Cluster regionali

Cluster	Regione
Estremo Nord	Trentino Alto Adige Valle d'Aosta
Nord	Friuli V. Giulia Lombardia Veneto Emilia Romagna Piemonte
Centro	Lazio Liguria Marche Toscana Umbria
Centro-Sud	Abruzzo Basilicata Calabria Molise
Sud e Isole	Campania Puglia Sardegna Sicilia

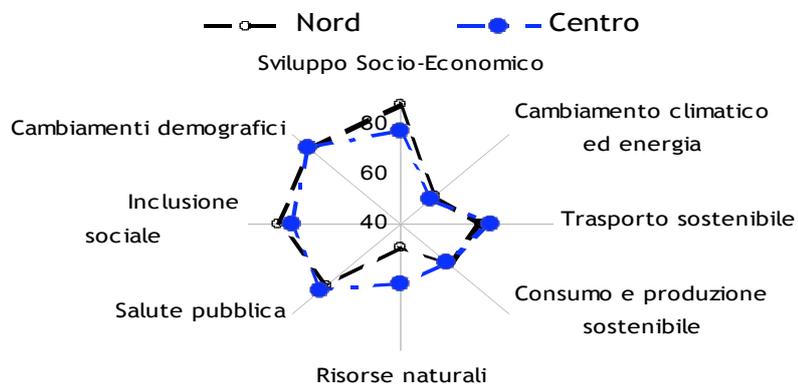
Le successive figure confrontano le *performance* dei diversi gruppi negli otto macrotemi. A tal fine usiamo lo stesso composito del paragrafo precedente, ovvero quello con normalizzazione 'distanza dal leader' e aggregazione lineare. Le figure sono diagrammi a radar in cui maggiore è la distanza delle linee dal centro delle figure, migliore è la *performance* del *cluster* per ogni macro-tema.

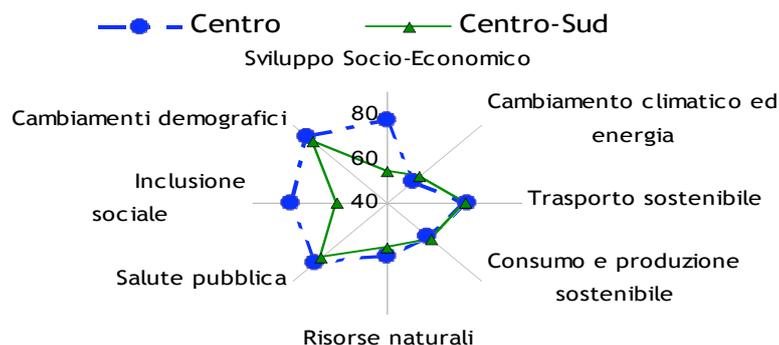
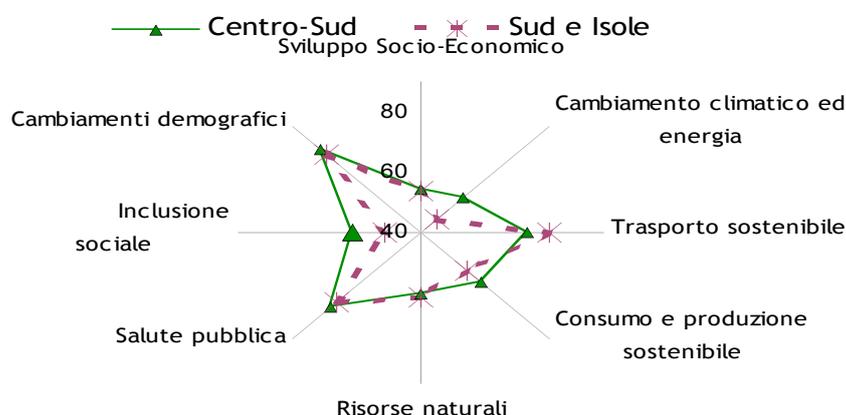
La Figura 2 confronta tutti i *cluster* simultaneamente. Essa mostra, ad esempio, che l' 'Estremo Nord' ha *performance* equilibrate tra tutti i macro-temi, il 'Nord' ha la miglior *performance* per il macro-tema sviluppo socio-economico, ma la peggiore per le risorse naturali. Il 'Centro-Sud' e, specialmente, il *cluster* 'Sud e Isole' mostrano *performance* mediamente basse e comunque sbilanciate. Per facilitare la visualizzazione, scomponiamo la Figura 2 in altre figure che mostrano solo i confronti a coppie, tra 'Nord' e 'Centro-Nord' (Figura 3), tra 'Centro-Nord' e 'Centro-Sud' (Figura 4), tra 'Centro-Sud' e 'Sud e Isole' (Figura 5). L'estremo nord ha un profilo facilmente identificabile già nella Figura 2.

*Figura 2. I macrotemi per cluster regionali*



*Figura 3. I macrotemi: Nord vs Centro-Nord*



**Figura 4. I macrotemi: Centro-Nord vs Centro-Sud****Figura 5. I macrotemi: Centro-Sud vs. Sud e Isole**

## 5. Analisi di Robustezza

### 5.1. Introduzione

Come si è detto, nella costruzione dell'indicatore composito ogni singolo passaggio può influire in termini di classifica. Per comprendere quanto questo fenomeno sia importante è sufficiente vedere, tramite un semplice esempio, gli effetti della sola normalizzazione.

Si considerino 4 regioni,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $r_4$  e tre indicatori,  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ , i cui ipotetici valori sono riportati nella parte iniziale della Tabella 17. La parte B della tabella mostra i piazzamenti che ciascuna regione ottiene con le diverse normalizzazioni (l'aggregazione è lineare). Si osservi che per come sono stati assegnati i valori in questo esempio, nessuna regione mantiene lo stesso posto al mutare del tipo di normalizzazione e che le classifiche sono sempre diverse. Ad esempio  $r_1$ , pur essendo tre volte prima, si colloca una volta al secondo e una volta al terzo posto. I motivi della variabilità dei piazzamenti sono intuibili

guardando la parte finale della tabella, la *C*, che mostra come le diverse normalizzazioni trasformino il valore originario, pari a 2, dell'indicatore *q1* per la regione *R1*.

**Tabella 17. L'effetto di diverse normalizzazioni**

**A. I valori degli indicatori**

Indicatori→	<i>q1</i>	<i>q2</i>	<i>q3</i>
Regioni↓			
<i>R1</i>	2	112	19820
<i>R2</i>	3	110	16321
<i>R3</i>	1	104	23232
<i>R4</i>	7	89	11131

**B. I piazzamenti con diverse normalizzazioni**

	z-score	min-max	da media	da max	Borda
<i>R1</i>	1	1	3	2	1
<i>R2</i>	3	2	2	3	2
<i>R3</i>	2	3	4	4	3
<i>R4</i>	4	4	1	1	4

**C. Le normalizzazioni per *q1* della regione *R1***

<i>q1</i>	z-score	min max	da media	da max	Borda
<i>R1</i>	2	-0,48	0,17	0,62	0,29

Nel tentativo di attenuare gli effetti della dipendenza degli esiti dalle scelte del ricercatore (come anche dalla disponibilità di indicatori), abbiamo ritenuto fondamentale indagare come mutino i piazzamenti delle regioni italiane al variare dei metodi di normalizzazione dei dati, di ponderazione delle variabili e delle tecniche di aggregazione.

A tal fine abbiamo combinato i metodi di normalizzazione ('z-score', 'Min-Max', 'conta di Borda', 'distanza dal leader' e 'distanza dalla media'), i metodi di aggregazione (Lineare, Geometrica e per Media Concava) e i sistemi di ponderazione (EWI, EWT e Ponderazione Ottimistica) in modo da ottenere molte diverse classifiche.

Come si può intuire, non tutte le combinazioni di metodi di aggregazione e normalizzazione sono possibili. L'aggregazione geometrica non è stata usata né per la normalizzazione 'z-score', dato che questa dà valori sia positivi che negativi, né per quella 'min-max', normalizzazione che assegna valore 0 al risultato peggiore rendendo dunque nulla la media geometrica di tutte le regioni che abbiano la peggior prestazione in uno degli indicatori.

Per i motivi che seguono, l'aggregazione per media concava non è stata usata né per la normalizzazione 'conta di Borda' né per quella 'distanza dalla media'.

Abbiamo preferito non applicare Borda in ragione della sua natura: la 'conta di Borda' "annulla" le distanze assolute, trasformandole in distanze solo in termini di piazzamento, mentre l'aggregazione per media concava viene

usata proprio con lo scopo di penalizzare *performance* scarse in termini assoluti. Con Borda, ad esempio, per un certo indicatore, ad esempio, la 2a e la 3a regione avrebbero punteggi simili anche qualora i valori fossero distanti, mentre la 10a avrebbe un punteggio molto migliore della 11a anche quando presentasse valori quasi identici a quest'ultima.

Quanto all'uso dell'aggregazione per media concava con la normalizzazione 'distanza dalla media', si osservi che l'intervallo di variazione dell'indicatore così normalizzato può essere molto variabile. Questo aspetto non consente di parametrizzare *ex-ante* in modo omogeneo tra gli indicatori la funzione con cui effettuare la media concava: si avrebbero tipologie di penalità molto variabili a seconda di quanto per ogni variabile siano distanti i valori più alti e più bassi rispetto al valore medio.

La Tabella 18 riassume i metodi impiegati e il numero di classifiche ottenute con i diversi metodi nei vari "esperimenti" di robustezza.

**Tabella 18. Analisi di robustezza: le combinazioni e i diversi “esperimenti”**

Combinazioni impiegate:			Esperimenti di robustezza: numero di classifiche ottenute con i diversi metodi				
Aggregazione	Normalizzazione	Pesi	(A)	(B)	(C)	(D)	
			EWI e EWT	EWT e P. ottimist	EWT e P. ottimist	EWT/EWI e P. ottimist.	
Lineare	Z-Score	EWI	1			21	
		EWT	1		21	21	
	Min-Max	EWI	1			21	
		EWT	1		21	21	
	Conta di Borda	EWI	1			21	
		EWT	1		21	21	
	Distanza dal Leader	EWI	1			21	
		EWT	1		21	21	
	Distanza dalla Media	EWI	1			21	
		EWT	1		21	21	
	Geometrica	Conta di Borda	EWI	1			21
			EWT	1	21	21	21
Distanza dal Leader		EWI	1			21	
		EWT	1	21	21	21	
Distanza dalla Media		EWI	1			21	
		EWT	1	21	21	21	
Media Concava	Z-Score	EWI	1			21	
		EWT	1	21	21	21	
	Min-Max	EWI	1			21	
		EWT	1	21	21	21	
	Distanza dal Leader	EWI	1			21	
		EWT	1	21	21	21	
<b>Classifiche totali</b>			<b>22</b>	<b>126</b>	<b>231</b>	<b>462</b>	

## 5.2. L'esperimento (A): 22 classifiche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trentino A. A.	82	9	9																		100
Toscana	18	55	23	5																	100
Piemonte		9	50	18	18	5															100
Emilia–Rom.		14	9	27	18	14	14		5												100
Lombardia			5	36	23	9	23				5										100
Liguria		14		14	23	23	23	5													100
Lazio					14	9	23	14		23	18										100
Marche					5	14		23	14	27	18										100
Veneto							5	27	45	5	5	14									100
Friuli V. Giulia						27	9		18	5	23	14	5								100
Abruzzo								14	14	5	9	18	41								100
Valle d'Aosta			5				5	18	5	9	9	5	36					5		5	100
Umbria										27	14	50	9								100
Basilicata													9	45	41	5					100
Campania														32	36	14	9	9			100
Calabria														5	9	59	27				100
Sardegna														18	14	18	41	9			100
Molise																5	23	55		18	100
Sicilia																		14	68	18	100
Puglia																		9	32	59	100

Figura 6. L'esperimento (A): 22 classifiche

La Figura 6 fornisce un esempio di analisi di robustezza. La prima riga riporta la posizione di classifica, la prima colonna i nomi delle regioni, ordinate secondo la classifica cui arriveremo nel prossimo e conclusivo paragrafo. Le caselle interne indicano la frequenza relativa<sup>4</sup> di un certo piazzamento per ciascuna regione; per esempio, la Basilicata risulta 13a nel 9% delle classifiche, 14a nel 45%, 15a nel 41% e 16a nel 5%. Le scale di grigio consentono di differenziare visivamente le posizioni in base alla loro frequenza. La casella enfattizzata con un riquadro più marcato indica dove cade la mediana della distribuzione di frequenza (il 50% dei casi), per la Basilicata alla 14a posizione.

<sup>4</sup> Solo per effetto dell'approssimazione con cui riportiamo le percentuali una riga potrebbe non sommare a 100.

## 5.3. L'esperimento (B): 126 classifiche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trentino A. A.	64	18	9	7					2												100
Toscana	19	62	15	2						2											100
Piemonte	5	13	68	10	2						2										100
Emilia-Rom.	1		2	25	21	13	16	10	9	2	2										100
Lombardia	6	4		15	13	19	12	8	6	10	2	2	2								100
Liguria	5	1		13	10	12	6	8	7	17	11	10		1							100
Lazio		2	2	10	13	16	12	6	10	8	6	6	10								100
Marche			1	2	16	19	14	20	10	8	8	2	1								100
Veneto			2	1	2	9	7	15	22	12	12	14	2		2						100
Friuli V. Giulia				7	9	3	12	7	14	6	18	17	6	1							100
Abruzzo	1		2	4	5	4	10	15	15	21	13	6	5								100
Valle d'Aosta				2	5	2	5	5	2	2	3	7	39	9	2	2		2	2	11	100
Umbria				4	2	2	6	4	12	21	33	13	3								100
Basilicata					2						1	2	13	44	34	4					100
Campania						2			1		1	6	35	40	13	1	1				100
Calabria							2		1	1		1	1	14	44	24	10	3			100
Sardegna							1		1		1	1	6	5	30	49	7				100
Molise														2	4	21	34	6	33		100
Sicilia														1	2	5	33	52	7		100
Puglia													1	2				13	37	48	100

Figura 7. L'esperimento (B): 126 classifiche

Per estendere l'analisi di robustezza consideriamo ora la ponderazione ottimistica EWT applicandola, però, soltanto ai metodi di aggregazione che premiano comportamenti equilibrati, ovvero quello per media geometrica e concava. Otteniamo dunque classifiche che, dopo aver "cancellato" le peggiori performance di ciascuna regione, premiano performance bilanciate. Grazie a questa analisi sono state ottenute 126 classifiche.

Come rilevabile dal confronto tra questa e la precedente figura la variabilità dei risultati si accresce molto. E' questa la conseguenza dell'introduzione del beneficio del dubbio, ovvero di sistemi di pesi che, di volta in volta, favoriscono una certa regione. In questo modo la distribuzione di frequenza diviene dispersa, con piazzamenti anche molto lontani dal valore mediano, e spesso plurimodale: la Valle d'Aosta, ad esempio, è addirittura 4a nel 2% circa ma anche ultima nell'11% dei casi, mostrando due piazzamenti modali, il 13° e il 20°.

## 5.4. L'esperimento (C): 231 classifiche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Trentino A. A.	78	12	5	4					1												100	
Toscana	11	56	27	5	0					1											100	
Piemonte	3	9	46	22	14	3	1	0			1										100	
Emilia-Rom.	0	0	4	18	20	19	20	10	5	1	1										100	
Lombardia	3	8	2	16	13	23	16	7	3	6	1	1	1								100	
Liguria	4	6	4	13	10	13	12	10	6	10	6	5		0							100	
Lazio		2	6	10	17	14	12	9	8	9	3	3	6								100	
Marche			0	1	9	10	8	15	11	16	17	10	2	1							100	
Veneto			1	2	2	5	6	17	32	16	9	8	1		1						100	
Friuli V. Giulia				4	5	2	7	6	13	10	17	17	10	4	2	2					100	
Abruzzo	0		1	2	3	3	6	8	10	14	16	16	16	4	1						100	
Valle d'Aosta		6	3	3	4	5	6	13	7	6	3	4	22	5	1	1		1	1	6	100	
Umbria					2	1	1	3	3	8	21	27	19	9	3	1	0				100	
Basilicata						1					1	1	12	32	36	16	1				100	
Campania							3	0		3	1	4	8	37	30	11	1	0			100	
Calabria							0	1		1	1	2	3	3	17	43	18	9	2		100	
Sardegna							0			1	0	1	0	3	6	22	54	12			100	
Molise															1	2	22	46	10	19	100	
Sicilia															0	1	3	23	63	10	100	
Puglia														0	1			1	8	24	66	100

Figura 8 L'esperimento (C): 231 classifiche

L'analisi di robustezza viene ora estesa ulteriormente: rimanendo nell'ambito delle ponderazioni EWT e ottimistica, consideriamo tutte le combinazioni di normalizzazione e aggregazione impiegate. L'analisi viene dunque realizzata su un insieme di 221 classifiche.

Aumentando il numero di classifiche compaiono ora valori pari a 0: questi indicano frequenze positive ma inferiori allo 0,5%.

Si noti che, come nelle figure precedenti, le maggiori frequenze continuano a concentrarsi intorno alla diagonale principale, sintomo della plausibilità e della robustezza dell'ordine con cui sono state elencate le regioni.

## 5.5. L'esperimento (D): 462 classifiche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trentino A. A.	69	17	9	4	1				1												100
Toscana	18	46	24	8	3	0				1											100
Piemonte	3	10	37	21	20	5	3	1	0		1										100
Emilia-Rom.	3	12	13	23	16	15	11	5	2	0	1										100
Lombardia	5	7	7	23	22	18	9	4	2	3	1	1	1								100
Liguria	3	4	3	8	7	17	22	11	10	7	3	3		0							100
Lazio		1	4	6	10	12	13	10	11	14	9	5	3								100
Marche			0	1	6	9	10	13	16	19	18	6	1	1							100
Veneto	0		0	2	3	4	10	26	27	13	6	5	1		1						100
Friuli V. Giulia		0	0	2	6	13	11	10	13	10	13	12	6	2	1	1					100
Abruzzo	0		1	1	2	2	4	6	7	10	15	19	31	2	1						100
Valle d'Aosta		3	2	2	3	3	4	10	6	10	7	9	29	3	1	1		3	2	3	100
Umbria					1	1	1	3	4	11	25	36	11	5	2	1	0				100
Basilicata						1					0	1	8	39	35	13	2	0			100
Campania							2	0		2	0	2	5	24	25	20	11	9	1		100
Calabria						0	1		0	1	1	2	6	15	35	28	10	1			100
Sardegna						0			0	0	0	2	16	18	21	36	6				100
Molise												0	1	1	7	21	45	6	18		100
Sicilia														0	1	1	13	60	24		100
Puglia													0	0	0	0	1	13	30	55	100

Figura 9. L'esperimento (D): 462 classifiche

Infine, l'analisi è stata estesa alla ponderazione EWI, usando tutte le combinazioni metodologiche riportate in Tabella 18. Le classifiche, da un lato, sono sbilanciate in favore della ponderazione ottimistica, dall'altro non tengono conto di alcun correttivo specifico nella ponderazione o nella normalizzazione. Il quadro, tuttavia, non presenta sostanziali novità. Vediamo ora come sintetizzare gli esiti ottenuti con questi quattro diversi "esperimenti" di robustezza.

## 6. Conclusioni: la nostra “classifica” di sostenibilità

In questo conclusivo paragrafo vediamo come siamo giunti all'ordinamento proposto nel paragrafo precedente, ovvero a quella che riteniamo essere una classifica plausibile di sostenibilità delle regioni italiane. A tal fine abbiamo stilato quattro meta-classifiche usando come piazzamento le mediane dei quattro “esperimenti” di robustezza visti nel paragrafo precedente. Ne abbiamo poi dedotto i possibili intervalli di piazzamento per ciascuna regione, come mostrato in Tabella 19.

Ovviamente, prendere le mediane per stilare le metaclassifiche è una scelta arbitraria, soprattutto vista la plurimodalità delle distribuzioni di frequenza di alcune regioni.

**Tabella 19. Piazzamenti plausibili per regione**

	Posizione plausibile	Classifiche			
		M22	M126	M231	M462
Trentino A. A.	1	1	1	<b>1</b>	1
Toscana	2	2	2	<b>2</b>	2
Piemonte	3-4	3	3	<b>3</b>	4
Emilia-Romagna	4-6	4	6	<b>6</b>	4
Lombardia	5-6	5	6	<b>6</b>	5
Liguria	5-8	5	8	<b>6</b>	7
Lazio	6-8	8	7	<b>6</b>	8
Marche	7-9	9	7	<b>9</b>	9
Veneto	9	9	9	<b>9</b>	9
Friuli V. Giulia	9-11	9	9	<b>11</b>	9
Abruzzo	9-12	12	9	<b>11</b>	12
Valle d'Aosta	10-13	11	13	<b>10</b>	12
Umbria	11-12	12	11	<b>12</b>	12
Basilicata	14-15	14	14	<b>15</b>	15
Campania	14-15	15	15	<b>14</b>	15
Calabria	16	16	16	<b>16</b>	16
Sardegna	16-17	16	17	<b>17</b>	16
Molise	18	18	18	<b>18</b>	18
Sicilia	19	19	19	<b>19</b>	19
Puglia	19-20	20	19	<b>20</b>	20

Tuttavia, in mancanza di altri criteri più “oggettivi”, questo ci è sembrato quello più semplice e trasparente possibile.

Nella Tabella 19 abbiamo evidenziato in grassetto la meta-classifica ‘M231’ che è quella che “preferiamo” per il fatto che i composti su cui si basa hanno ponderazione che attribuisce lo stesso peso a ciascun tema (EWT) e usano tutte le aggregazioni, da quelle più a quelle meno compensatorie. Per contro, la M462 contiene anche ponderazione EWI che, a nostro avviso, sarebbe da evitare e che qui abbiamo incluso proprio per verificarne in concreto gli effetti.

Come si può notare, gran parte delle regioni non mostra un unico valore ma un intervallo, sia pur limitato, di possibili piazzamenti, cosicché la nostra non si configura come una classifica in senso stretto, in coerenza con l'impossibilità metodologica di sintetizzare fenomeni multidimensionali e sfaccettati.

Come aspetto conclusivo affrontiamo ora la questione che riguarda la capacità di singoli indicatori composti di giungere a risultati simili alla classifica cui siamo pervenuti. In altri termini, se avessimo costruito un solo composito quanto differenti sarebbero stati gli esiti?

La Tabella 20 confronta la nostra proposta derivante dall'analisi di robustezza (colonna 2) con quelle che derivano da tre composti, costruiti con normalizzazioni e aggregazioni rispettive ‘z-score’ e ‘lineare’, ‘distanza da leader’ e ‘lineare’, ‘Min-Max’ e ‘media concava’. Per ciascuno di questi composti riportiamo sia la classifica cui danno luogo sia il confronto con la nostra proposta: mettiamo un ✓ quando la valutazione coincide, una (o più) ☺ quando la valutazione del composito è migliore della nostra, una (o più) ☹ quando è peggiore. I primi due composti sono stati scelti in quanto la loro semplicità li rende molto usati quando si stilano classifiche. Il terzo è stato scelto in quanto è uno di quelli che più si avvicina alla classifica da noi proposta<sup>5</sup>.

Come si può notare, in diversi casi l'indicazione data dai singoli composti non rientra nell'intervallo considerato plausibile dalla nostra analisi di robustezza. Se da un lato, dunque, un singolo indicatore composito può dare utili informazioni, quando ad esempio le *performance* di una regione sono abbastanza bilanciate, dall'altro non sempre produce esiti robusti, ovvero invarianti rispetto a modifiche nelle tecniche di composizione o nella scelta delle variabili.

In ogni caso, se e quanto sia sufficiente affidarsi a un solo un composito non è una questione cui si può rispondere *a priori* ma dipende dai dati di partenza. In altri termini, la sua “affidabilità” può essere accertata soltanto *ex-post* tramite analisi di robustezza.

---

<sup>5</sup> Un modo per valutare la vicinanza è considerare la somma dei quadrati della differenza tra la classifica prodotta dal composito e la nostra (intesa come numero d'ordine delle regioni nella nostra proposta). Per z-score/lineare la somma dei quadrati è pari a 66, per ‘distanza da leader/lineare’ a 50, per ‘minmax/media concava’ a 22.

**Tabella 20. Robustezza degli indicatori compositi con le posizioni regionali plausibili**

Regioni	Posizione plausibile	Z-score & lineare	Distanza da leader & lineare	Min-max & concava
Trentino A. A.	1	1 ✓	1 ✓	1 ✓
Toscana	2	3 ☹	3 ☹	2 ✓
Piemonte	3-4	4 ✓	4 ✓	3 ✓
Emilia-Romagna	4-6	7 ☹	5 ✓	7 ☹
Lombardia	5-6	6 ✓	7 ☹	5 ✓
Liguria	5-8	2 😊😊😊	2 😊😊😊	4 😊
Lazio	6-8	5 😊	6 ✓	6 ✓
Marche	7-9	10 ☹	10 ☹	8 ✓
Veneto	9	9 ✓	9 ✓	9 ✓
Friuli V. Giulia	9-11	12 ☹	11 ✓	11 ✓
Abruzzo	9-12	13 ☹	12 ✓	10 ✓
Valle d'Aosta	10-13	8 😊😊	8 😊😊	13 ✓
Umbria	11-12	11 ✓	13 ☹	12 ✓
Basilicata	14-15	15 ✓	15 ✓	15 ✓
Campania	14-15	14 ✓	14 ✓	14 ✓
Calabria	16	16 ✓	16 ✓	17 ☹
Sardegna	16-17	17 ✓	18 ☹	16 ✓
Molise	18	18 ✓	17 😊	18 ✓
Sicilia	19	19 ✓	19 ✓	19 ✓
Puglia	19-20	20 ✓	20 ✓	20 ✓

## ***Bibliografia***

- Arrow K.J., 1963, *Social choice and individual values*, 2d edition, Wiley, New York.
- Banca d'Italia, 2010, *Economie regionali: l'economia delle regioni italiane*, Roma, Italy.
- Brian E. 2008, "Condorcet and Borda in 1784. Misfits and Documents", *Journal Electronique d'Histoire des Probabilités et de la Statistique*, 4 (1).
- Böhringer C., Jochem P.E.P, 2007, "Measuring the immeasurable - A survey of sustainability indices", *Ecological Economics*, 63, 1-8.
- Casadio Tarabusi E., Palazzi P., 2004, *An index for sustainable development*, in BNL Quarterly Review, no. 229, pp.185-206.
- Council of European Union, 2006, *Renewed EU Sustainable Development Strategy*, 10917/06, Brussels, Belgium.
- Daly H. and J. Cobb, 1989, "For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community", in *The Environment and a Sustainable Future* (267-273), Green Print, London, UK.
- Dryzek J., *The Politics of the Earth*, Oxford University Press, Oxford, UK, 1997.
- Fagerberg J., 2001, *Benchmarking: A New and Useful Tool for Policy Learning?*, Working Papers on Innovation Studies 20010621, Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, Norway.
- Fishburn P.C., 1973, *A Mixture-Set Axiomatization of Conditional Subjective Expected Utility*, *Econometrica*, 41(1), 1-25.
- Floridi M., Pagni S., Falorni S. and Luzzati T., 2011, "An exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions", *Ecological Economics*, 70(8), 1440-1447.
- Haughton G. and Hunter C., *Sustainable Cities*, Kingsley – London, UK, 1994.
- Hopwood B., Mellor M. and O' Brien G., 2005, "Sustainable development: mapping different approaches", in *Sustainable Development* (13), 38–40.
- Ledoux L., Lock G., Wolff P., Hauschild W., 2007, *Measuring progress towards a more sustainable Europe*, European Commission and Eurostat.
- Melyn W. and Moesen W.W., 1991, "Towards a synthetic indicator of macroeconomic performance: unequal weighting when limited information is available", *Public Economic research Paper 17*, CES, KU Leuven, Belgium.
- Munda G., 1997, "Environmental Economics, Ecological Economics and the Concept of Sustainable Development", *Environmental values*, 6, 213-216.

- Munda G., 2008. *Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy*, Springer, Berlin Heidelberg
- Naess A., 1989, *Ecology Community and Life Style*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffman A., Giovannini E., 2008, *Handbook on constructing composite indicators*, OECD and European Commission.
- Rondinella T., Segrez E., Mascherin M., 2009, *Well-Being in Italian Regions. Measures, Civil Society consultation and Evidence*, Lunaria, Italy.
- Roseland M., 1998, *Towards Sustainable Communities: Resources for Citizens and their Governments*, in New Society, Gabriola Island, Canada.
- Solow, R., 1974, “The economics of resources or the resources of economics”, *American Economic Review*, 64, 1–14.
- UNCED, 1992, *Rio Earth Summit*, Rio de Janeiro.
- Warhurst, A., 2002, “Sustainability Indicators and Sustainability Performance Management”, in *Mining and Energy Research Network*, 43, 10-15.
- WCED, 1987, “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”, Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment, Oxford University Press, Oxford, UK.

*Appendice: gli indicatori usati*

<b>Sviluppo Socio-Economico</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Valore Aggiunto pro capite	ISTAT	€	2009	26755	12776	4593
Disuguaglianza nella distribuzione del reddito	ISTAT	Indice di Gini	2008	0,3348	0,2629	0,0201
Produttività del lavoro	ISTAT	€ di valore aggiunto per addetto	2009	50,8171	36,8001	4,1586
Spesa in Ricerca e Sviluppo	ISTAT	% del PIL	2008	1,8800	0,4200	0,3927
Addetti in Ricerca e Sviluppo	ISTAT	% sul totale dei lavoratori	2009	6,2271	1,1656	1,5321
Laureati in materie scientifiche	ISTAT	Ogni 1000 abitanti	2008	18,4526	0,5550	4,8602
Numero di brevetti rilasciati	ISTAT	Per milione di abitanti	2006	188,2050	0,3120	55,6681
Diffusione di Internet nelle famiglie	ISTAT	% famiglie con accesso ad internet	2010	55,7000	40,4000	4,6570
Tasso di occupazione	ISTAT	Tasso occupazione totale tra persone tra 15 e 64 anni	2009	68,5230	40,7860	9,1805
Tasso di disoccupazione	ISTAT	Tasso di disoccupazione totale nella popolazione con più di 14 anni	2009	13,8820	3,1790	3,3016
Occupati a tempo determinato	ISTAT	% di occupati a tempo determinato sul totale degli occupati	2009	21,1459	8,8631	2,9867
Occupazione irregolare	ISTAT	% di occupati irregolari	2008	26,6000	8,5000	5,0340

<b>Cambiamento climatico ed energia</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Emissioni totali di gas a effetto serra	Ispra-Sinanet	Tonnellate di CO2 equivalenti pro capite	2006	14,9924	3,0006	2,8550
Consumi energetici finali	ENEA	TEP pro capite	2005	4,5479	1,0888	0,8240
Elettricità prodotta da fonti rinnovabili	Terna SpA	% di elettricità prodotta da energie rinnovabili	2009	100,0000	3,7850	25,0463
Intensità energetica finale del PIL	ENEA	Tep/milioni di € 2000 concatenati	2005	168,0591	71,7794	26,0859

<b>Trasporti sostenibili</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Trasporto pubblico	ISTAT	% del totale dei trasporti con veicoli per motivi di studio o lavoro	2007	27,7356	12,6258	4,4087
Spostamenti a piedi o in bici	ISFORT	% di spostamenti	2007	31,9000	11,6000	4,4279
Trasporto merci su strada	ISTAT	% delle merci	2007	99,8956	45,9837	15,0502
Motoveicoli	ACI	Ogni 100 abitanti	2009	152,8280	69,3808	16,6880
Auto Euro 4 o Euro 5	ACI	% di automobili	2009	60,1253	22,7797	8,7366
Incidentalità stradale	ACI	Morti per incidenti stradali ogni 100 mila ab.	2009	9,6006	4,7030	1,2537
Consumi energetici finali del settore trasporti	ENEA	Tep ogni 100 mila abitanti	2005	458,9019	108,6594	83,4370

<b>Consumi e produzioni sostenibili</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Emissione di PM10	Ispra-Sinanet	Kg pro capite	2005	6,9676	1,6881	1,0898
Emissione di sostanze acidificanti	Ispra-Sinanet	Kg pro capite	2005	1,9232	0,4630	0,3975
Produzione di rifiuti urbani	Ispra	Kg pro capite	2008	689,2512	386,2807	77,6042
Produzione di rifiuti di imprese	Ispra	Kg per addetto	2005	9,2768	2,1102	1,9883
Rifiuti smaltiti in discarica	ISTAT	Kg pro capite	2008	519,1508	42,1322	132,8750
Raccolta differenziata	ISTAT	% sul totale	2008	48,5000	6,5000	15,8252
Consumi idrici	ISTAT	metri cubi immessi in rete per abitante	2008	121,9000	63,5000	15,2286
Depurazione idrica	ISTAT	% popolazione servita da acque depurate	2009	100,0000	71,5635	7,6714
Agricoltura biologica	SINAB	% di aziende agricole	2005	8,2400	0,0910	1,6753
Utilizzo di fertilizzanti	ISTAT	Quintali per ettaro di Sau	2009	2,2895	0,1972	0,5990
Certificazioni ambientali	Ispra	Certificazioni EMAS e ISO 14001 ogni 100 mila abitanti	2007	88,9037	10,1240	15,5592

<b>Risorse naturali</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Permessi di costruire	ISTAT	metri quadrati per 1000 famiglie	2008	818,3183	244,3160	163,8341
Siti di interesse comunitario	ISTAT	% sul totale della superficie	2010	27,0000	5,7000	6,7207
Aree boschive	INFC	% sul totale della superficie	2005	69,2099	9,2452	13,6701
Aree artificiali	Ispra	% sul totale della superficie	2000	10,4433	1,1445	2,2489

<b>Salute pubblica</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Tasso di mortalità	ISTAT	Decessi ogni 10 mila abitanti	2010	134,0000	83,0000	13,2458
Tasso di mortalità infantile	ISTAT	Decessi a 0 anni ogni 1000 nati vivi	2006	5,4700	2,0500	0,7520
Speranza di vita alla nascita	ISTAT	Media tra maschile e femminile	2006	79,8500	77,4861	0,5615
Incidenti sul lavoro	INAIL	Ogni 1000 abitanti	2009	26,7170	4,5118	5,6699
Popolazione sovrappeso e obesa	ISTAT	Ogni 100 abitanti	2009	14,4000	7,6000	1,6229
Fumatori regolari	ISTAT	Ogni 100 abitanti	2009	24,6000	18,9000	1,7109
Uso di fitofarmaci	ISTAT	Kg/Sau	2009	11,9639	0,1015	2,9932
Attrattività dei servizi ospedalieri	ISTAT	% dei pazienti non residenti sul totale dei regionali	2008	2,5451	0,2308	0,6488
Medici generici	ISTAT	Ogni 10 mila abitanti	2009	80,6301	26,0850	11,3096
Pediatri	ISTAT	Ogni 10 mila abitanti con età inferiore a 15 anni	2006	10,8600	7,6800	1,0133

<b>Inclusione sociale</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Popolazione sotto la soglia di povertà	ISTAT	% di popolazione che vive in famiglie sotto la soglia di povertà	2009	27,4000	4,1000	8,4197
Differenza tra tasso di attività maschile e femminile	ISTAT	Differenza assoluta	2009	33,5730	13,7440	5,8494
Occupazione femminile	ISTAT	% di donne tra 15 e 64 anni occupate	2009	61,5070	26,2610	11,4268
Imprenditori stranieri	ISTAT	Ogni 100 mila abitanti	2008	510,6238	26,0751	147,1971

Studenti stranieri nelle scuole	MIUR	% di studenti stranieri sul totale	2008/09	12,7000	1,3000	4,0807
Comuni con asili nido	ISTAT	% di comuni con asilo nido sul totale	2008	81,8182	5,8824	23,1433
Popolazione con basso livello di istruzione	ISTAT	% di popolazione tra 25 e 64 anni che ha ottenuto al massimo la licenza media inferiore	2009	57,1702	35,2058	6,2344
Scolarizzazione superiore	ISTAT	% di popolazione tra 25 e 64 anni che ha ottenuto almeno la licenza media inferiore	2009	63,3149	46,6909	0,0434
Apprendimento permanente	ISTAT	% di popolazione tra 25 e 64 anni che frequenta un corso di studio o formazione	2009	8,2869	4,3651	1,0699
Biglietti venduti per spettacoli musicali e teatrali	ISTAT	% di popolazione che ha usufruito di intrattenimenti	2010	34,9000	22,8000	3,2555
Tasso di disoccupazione giovanile	ISTAT	% di popolazione disoccupata tra i 15 e i 36 anni	2009	44,6920	10,0540	9,2113
Abbandono prematuro degli studi	ISTAT	% di popolazione tra 18 e 24 anni con al massimo la licenza media che non svolge attività formative	2009	26,5444	12,0204	4,4020
Tasso di occupazione dei lavoratori tra 55 e 65 anni	ISTAT	Tasso di occupazione dei lavoratori tra 55 e 64 anni	2009	40,1040	30,5720	2,6080
Assistenza domiciliare agli anziani	ISTAT	Giornate di assistenza residenziale agli anziani per 1000 abitanti sopra i 65 anni	2007	14,667	0,0000	4153,6960
Prezzi delle abitazioni	Confedilizia	€/metro quadro per case nel centro del capoluogo	2010	6550	1565	1466,579838

<b>Cambiamenti demografici</b>						
<b>Variabile</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Anno</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Dev. Std.</b>
Dipendenza strutturale degli anziani	ISTAT	% di popolazione con età superiore ai 64 anni sul numero di persone con età tra i 15 e i 64 anni	2010	61,9500	45,7900	3,4862
Tasso migratorio totale	ISTAT	Differenza assoluta tra immigrati ed emigrati ogni 1000 ab.	2009	7,9538	2,5920	1,4797
Tasso di fecondità totale	ISTAT	Figli per donna	2009	1,6221	1,1135	0,1244

---

**Redazione:**

Giuseppe Conti  
Luciano Fanti – coordinatore  
Davide Fiaschi  
Paolo Scapparone

Email della redazione: [Papers-SE@ec.unipi.it](mailto:Papers-SE@ec.unipi.it)

---