

Link alla Dashboard: <https://emayhob.wixsite.com/data-viz/viz-tre>

Did the Kyoto Protocol have an effect on renewable energy production over the years?

Università degli Studi di Milano Bicocca
Anno accademico 2021-2022

Mayhob (833627) – Nocco (892030) – Strada (829351)



Introduzione

Al giorno d'oggi, temi come 'cambiamento climatico' e 'sostenibilità' sono al centro dell'attenzione e dei dibattiti pubblici. Tuttavia, la sensibilità che si sta consolidando attorno ad essi è frutto di una conquista recente nonché tardiva.

La pubblicazione del *Protocollo di Kyoto* nel 1997 ha costituito il primo importante accordo globale su sviluppo sostenibile, diminuzione dell'impatto ambientale dell'attività dell'uomo e impegno a convertire gli impianti energetici utilizzando fonti di energia rinnovabile e pulita.

In particolare, il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore nel 2005, è stato firmato e ratificato da 192 paesi e la sua durata è stata poi estesa fino al 2020 tramite l'*accordo di Doha*. L'obiettivo prefissato era, per ogni Paese, la riduzione della propria percentuale di emissioni di gas serra rispetto ai livelli registrati nel 1990. Il protocollo di Kyoto prevede inoltre, per i Paesi aderenti, la possibilità di servirsi di un sistema di meccanismi flessibili per l'acquisizione di crediti di emissioni: tra questi, sul fronte Europeo è di importanza determinante il *sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione Europea* (EU-ETS).

Obiettivi e domande di ricerca

Considerata dunque l'importanza del protocollo di Kyoto come sorta di precursore di politiche ambientali sempre più sentite e numerose, è lecito chiedersi quale sia stata la risposta dei Paesi firmatari in relazione agli impegni presi.

In questo caso, si è deciso di focalizzarsi su una delle molteplici soluzioni determinanti verso il conseguimento di un'economia più green, uno strumento imprescindibile per la riduzione delle emissioni di gas serra: la **produzione di energia da fonti rinnovabili**.

L'obiettivo è valutare nel periodo 1990-2020, ovvero a partire dall'anno che nell'accordo è considerato come baseline fino ad arrivare all'anno ultimo di validità del Protocollo, l'andamento del rapporto tra i livelli di produzione di energia rinnovabile e i livelli di produzione di energia totale per ogni Paese, identificando i più virtuosi. Nel fare ciò, si è tenuto in considerazione anche il coinvolgimento in un sistema per la limitazione di emissioni di gas climalteranti come l'EU-ETS.

In particolare, ci si è concentrati su quei Paesi nei quali la produzione di energia rinnovabile fosse già attiva nel 1990 e che, al tempo stesso, rientrassero nella fascia più alta quanto a indice di sviluppo umano (HDI maggiore o uguale a 1). Quest'ultima condizione è stata imposta in virtù del fatto che, nella stipulazione degli accordi, i Paesi in via di sviluppo sono stati tutelati permettendo loro di mirare ad una riduzione delle emissioni che non andasse ad ostacolare la loro crescita economica.

Raccolta dati e costruzione dataset

Sono stati raccolti i dati a livello mondiale riguardanti la produzione energetica rinnovabile e totale media pro-capite, misurati in kilowatt-ora. Questi sono stati stimati da *OurWorldInData*, unendo diverse fonti internazionali tra cui *Irena* e *Eurostat*. (Fonte: <https://ourworldindata.org>).

Successivamente, sono stati raccolti i dati riguardanti la popolazione mondiale dal 1990 al 2020, per calcolare i valori di produzione energetica totale e rinnovabile per ogni Paese, a partire dai valori pro-capite. (Fonte: <https://databank.worldbank.org>).

Il dataset ottenuto è stato ordinato e filtrato per i Paesi appartenenti alla fascia più alta per indice di sviluppo umano, considerando tali paesi quelli con un rendimento atteso maggiore. L'indice è stato fornito da *Human Development Report* (<https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>)

Al dataset sono state infine aggiunti informazioni riguardanti l'anno di ratifica del Protocollo di Kyoto ed Accordo di Doha per ogni Paese.
(Fonte: https://it.wikipedia.org/wiki/Nazioni_firmatarie_del_protocollo_di_Kyoto)

Prima Visualizzazione: Lollipop Plot

Con una prima visualizzazione si è andati a porre il focus sul trend generale dei Paesi selezionati nel periodo di riferimento, cercando di far emergere in maniera immediata un confronto diretto tra di essi. Per fare ciò, il tipo di visualizzazione scelta è stata un lollipop plot. Un lollipop è un segmento delimitato da due estremi, che in questo caso rappresentano i valori di interesse (energia rinnovabile prodotta in termini assoluti e quota di energia rinnovabile prodotta) nei due estremi dell'intervallo temporale considerato. Rappresentando l'asse delle ascisse la percentuale di energia rinnovabile prodotta rispetto al totale dell'energia prodotta, ne consegue che la lunghezza del segmento rappresenta l'**aumento** (o decremento) **percentuale della quota di energia rinnovabile prodotta**. I valori di produzione rinnovabile in termini assoluti sono mostrati sfruttando l'interattività della visualizzazione.

Nel dettaglio, i Paesi vengono mostrati in ordine decrescente per la quota di produzione rinnovabile nel 2020, in modo da poter celermente evidenziare i paesi con una percentuale maggiore nell'ultimo anno di validità del Protocollo di Kyoto, aspetto sul quale è posto maggiormente l'accento. Questa disposizione permette anche di distinguere un paese virtuoso, che ha aumentato sensibilmente la sua quota o che è partito e si è mantenuto su livelli alti, da un paese che partendo da quote basse ha avuto un aumento di pochi punti percentuale, o che addirittura è stato caratterizzato nel complesso da un decremento. Quest'ultimo aspetto è messo in rilievo tramite l'utilizzo del colore. Infine, la diversa forma dei limiti del segmento segnala l'appartenenza o meno all'EU-ETS.

Seconda Visualizzazione: Serie Storiche

Come seconda visualizzazione si è scelto di usare due serie storiche. La seguente coppia mette in evidenza, per ogni singolo paese, l'andamento nella produzione di energia rinnovabile dapprima in rapporto al totale di energia prodotta e successivamente in termini assoluti.

In entrambi i casi l'andamento annuale del singolo paese può essere confrontato con l'andamento medio di tutti i 38 paesi considerati.

L'interattività del grafico permette di capire com'è cambiato l'andamento mostrando sia i valori dei singoli anni, sia il cambiamento relativo rispetto all'anno precedente.

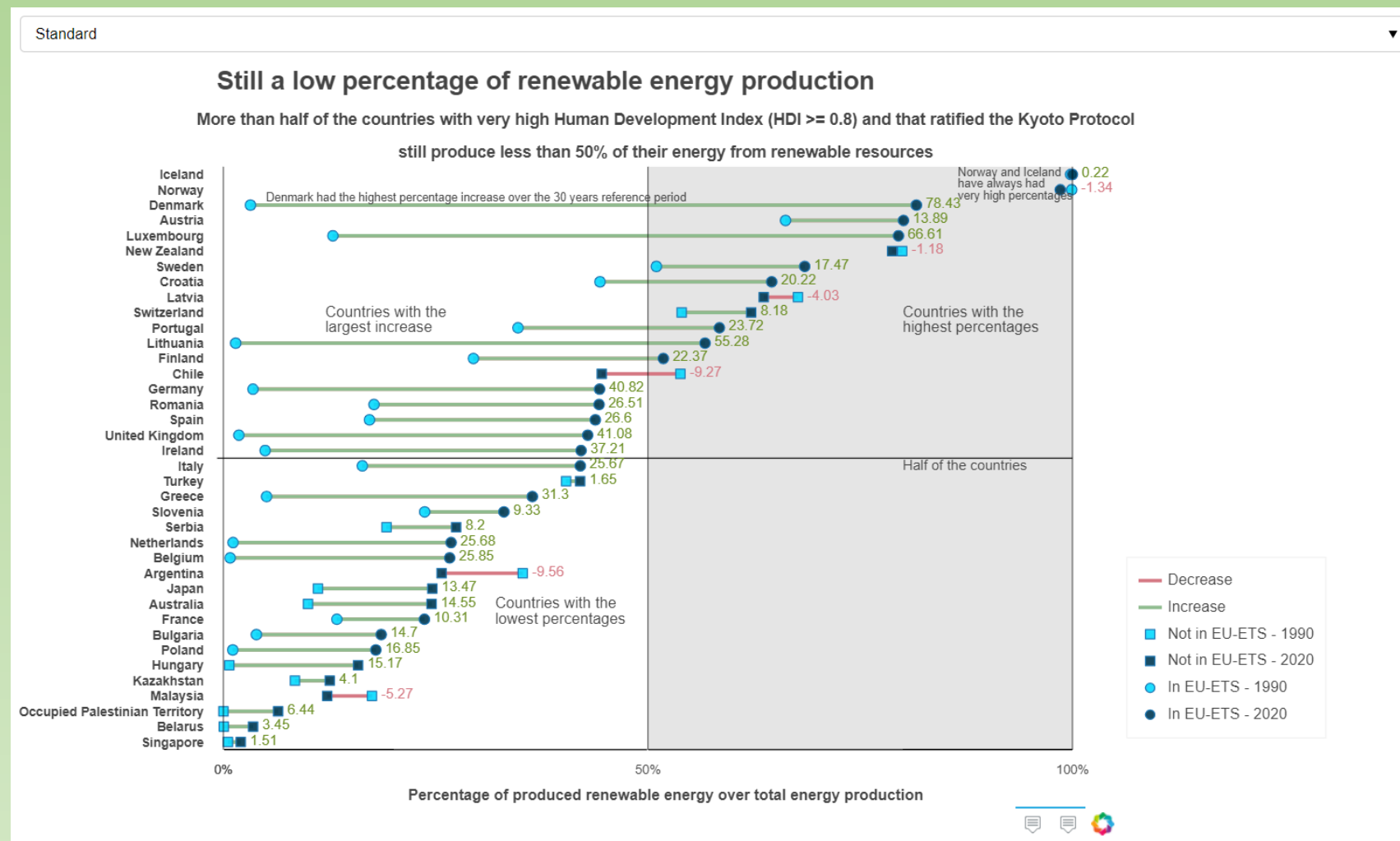
Valutazione di qualità

Col fine di valutare la qualità ed identificare i difetti delle visualizzazioni sono state adottate le seguenti metodologie:

- Valutazione euristica: per individuare problematiche di carattere generico relative alle visualizzazioni presentate. Numero di utenti coinvolti: 3
- Test utente: per valutare l'efficacia (misurando il tempo necessario per eseguire un determinato compito) e l'efficienza (considerando i compiti eseguiti con successo) delle visualizzazioni. Numero di utenti coinvolti: 6
- Questionario psicometrico: per verificare come gli utenti hanno percepito le visualizzazioni sotto diversi punti di vista. Numero di utenti coinvolti: 12

Valutazione di qualità: valutazione euristica

Attraverso un approccio “thinking aloud”, i 3 utenti coinvolti sono stati invitati ad interagire liberamente con la dashboard ed i 2 grafici e a commentare ad alta voce le proprie azioni. Le visualizzazioni presentate ai tre utenti precedentemente si mostravano in questo modo:



Valutazione di qualità: valutazione euristica

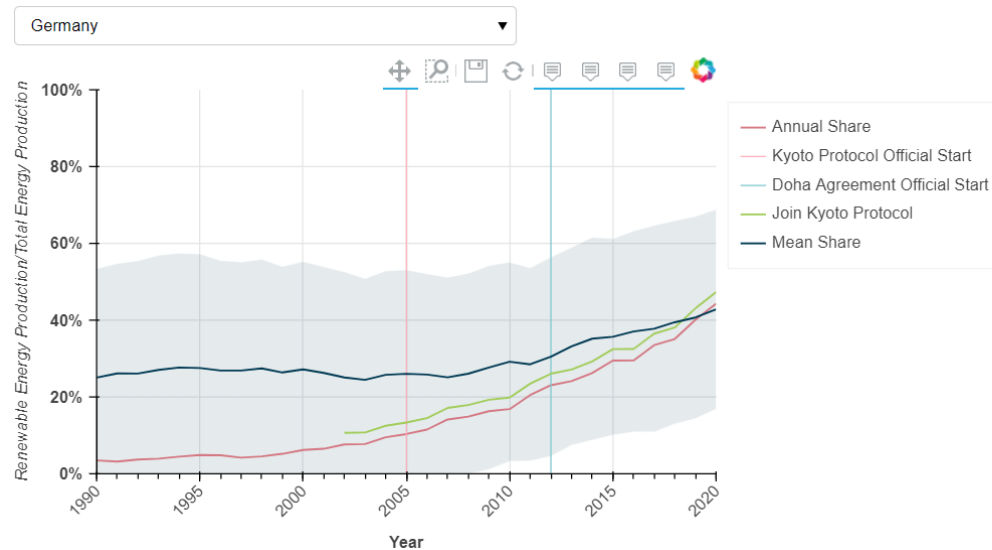
Renewable Energy Share

Most of the countries with "very high" HDI (i.e. equal to or above 0.8) did not show a substantial improvement in the proportion of produced renewable energy over total produced energy after having ratified the Kyoto Protocol first and the Doha Agreement successively.

Countries joining the EU-ETS (such as **United Kingdom** and **Denmark**) are characterized by a greater growth compared to the others.

Notice also the interesting behaviors of **New Zealand** and **Hungary**.

The coloured band refers to the interval given by $[\mu+\sigma, \mu-\sigma]$

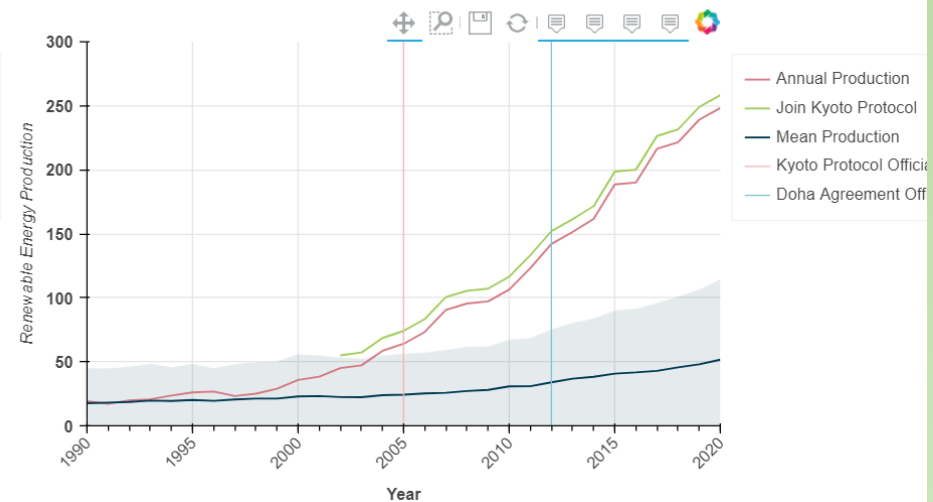


Renewable Energy Production

The renewable production slowly grow up for most of the countries.

Germany and **Japan** have the fastest development respectively since Kyoto Protocol official start and Doha start.

The coloured band refers to the interval given by $[\mu-\sigma, \mu+\sigma]$



Sono stati quindi annotati i loro feedback e in questo modo individuate alcune problematiche con relative soluzioni, riportate nelle tabelle qui di seguito.

Valutazione di qualità: valutazione euristica

Lollipop Plot:

	Commento Annotato	Soluzione
Utente 1	La ripartizione in quadranti attraverso le scritte al loro interno non è immediata né abbastanza evidente	Aggiunta di un riquadro a delimitazione del context riguardante la ripartizione in quadranti, con cambiamento del testo in stile <i>bold</i>
Utente 2	La distinzione tra titolo e sottotitolo non è chiara. Prima di utilizzarla, non è chiaro lo scopo della tendina con le opzioni per la visualizzazione delle due modalità di colori	Separazione più netta tra titolo e sottotitolo tramite modifica di dimensioni, posizione e formato del testo. Aggiunta di una descrizione sopra il widget del colore che invita alla scelta
Utente 3	Le scritte ed i valori numerici all'interno della visualizzazione appaiono in alcuni casi eccessivamente piccoli e troppo vicini tra di loro, rendendone complessa la lettura e la comprensione	Aumento dimensioni di tutti i caratteri e dell'intera visualizzazione, con aggiunta di impostazione per far adattare le dimensioni della visualizzazione allo schermo dell'utente fruitore

Valutazione di qualità: valutazione euristica

Time Series:

	Commento Annotato	Soluzione
Utente1	L'utilizzo di una linea per rappresentare la ratifica del Protocollo e la successiva entrata a far parte di un Paese è forviante	Utilizzo di un pallino a rappresentare la puntualità dell'avvenimento della ratifica, andando ad evidenziare l'anno piuttosto che la durata
Utente 2	La terminologia utilizzata per indicare alcuni dei valori non è chiara né intuitiva. Il riferimento ad alcuni precisi Paesi nel sottotitolo è generico	Aggiunta di note esplicative per la spiegazione dello share, chiarimento sul calcolo della media e descrizione più ampia del motivo del focus su alcuni paesi
Utente 3	Le opzioni (di «hover») per interattività non sono di utilizzo intuitivo. Sarebbe utile inserire un titolo che illustri lo scopo del menù a tendina	Rimozione delle opzioni di hover dalla barra degli strumenti e aggiunta di un titolo che definisca la selezione dei Paesi

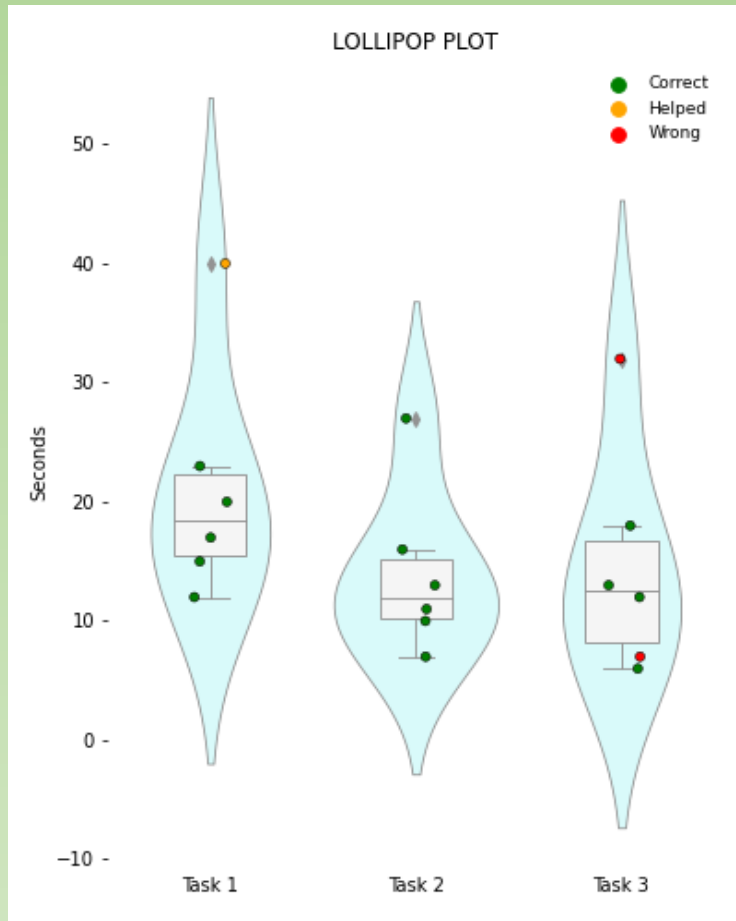
Valutazione di qualità: test utente

Per il test utente sono state formulate 3 domande di difficoltà bassa per il lollipop plot e 3 domande di difficoltà media per le serie storiche, ognuna di esse volta a valutare uno specifico aspetto della visualizzazione.

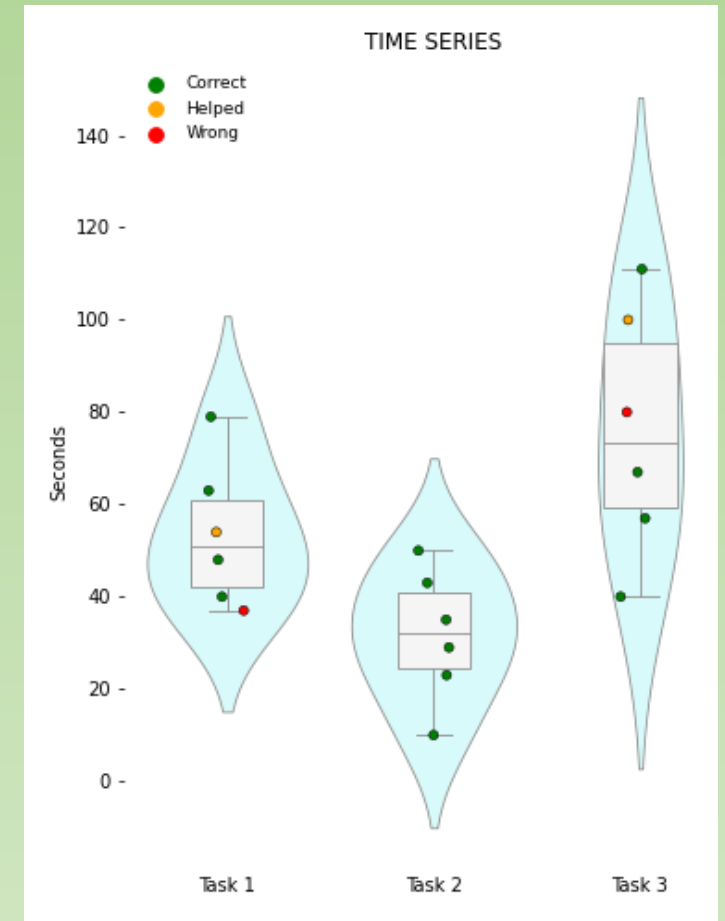
Lollipop Plot	Obiettivo	Quesito
Task 1	Comprensione grafico e utilizzo interattività	Qual è il paese appartenente all'EU Emission Trading System (EU-ETS) che nel 1990 aveva la minore percentuale di energia rinnovabile prodotta sul totale di energia prodotta?
Task 2	Comprensione grafico	Qual è il paese con il maggiore decremento (nel periodo di riferimento) di percentuale di energia rinnovabile prodotta? Appartiene o non appartiene all' EU Emission Trading System (EU-ETS)?
Task 3	Utilizzo interattività	Qual è la percentuale di energia rinnovabile prodotta nel 2020 in Portogallo?

Serie Storiche	Obiettivo	Quesito
Task 1	Comprensione grafico	Considerando il paese mostrato di default, quale è stato l'andamento generale della sua produzione di energia rinnovabile sulla produzione di energia totale (share)? Come si è comportato rispetto alla media?
Task 2	Comprensione grafico	Considerando il paese mostrato di default, ha aderito al Protocollo di Kyoto? In caso affermativo, in quale anno? Ha aderito prima o dopo l'entrata in vigore del protocollo?
Task 3	Utilizzo interattività	Quanta energia rinnovabile ha prodotto il Cile nel 2006? Di quanto è aumentata/diminuita la sua produzione rispetto all'anno precedente? E la sua produzione rinnovabile rispetto a quella totale (share)?

Valutazione di qualità: test utente



I risultati del test mostrano tendenzialmente un tempo di risoluzione maggiore nonché la richiesta di aiuto e/o uno sbaglio per quei task che necessitano dell'utilizzo dell'interattività (task 1 e 3 per la prima visualizzazione, task 3 per la seconda). Tempi di esecuzione minore, con assenza di errori, caratterizzano invece quei tasks finalizzati esclusivamente alla comprensione della visualizzazione e che esulano dall'utilizzo dell'interattività (task 2 per entrambe le visualizzazioni). In generale, lo svolgimento dei task per il lollipop plot ha richiesto un tempo di esecuzione minore rispetto a quelli per le serie storiche (notare il diverso range dell'asse delle ordinate).



Valutazione di qualità: valutazione psicometrica

Per la valutazione psicometrica, basandosi sulla metodologia 'Cabitza-Locoro', è stato somministrato un breve questionario con l'obiettivo di valutare, per ognuna delle due visualizzazioni, su una scala di gradimento da 1 a 6 (1=pochissimo, 6=moltissimo), i seguenti parametri: utilità, chiarezza, informatività, bellezza

Infine, è stato chiesto di esprimere un voto complessivo riguardo le visualizzazioni su una scala da 1 a 6 (1=bassissimo, 6=altissimo).



Valutazione di qualità: valutazione psicometrica



I risultati mostrano dei valori tendenzialmente alti per entrambe le visualizzazioni, con qualche giudizio negativo solamente per quanto riguarda la loro chiarezza e la bellezza delle serie storiche. Le valutazioni sui parametri di 'valore complessivo' e 'informativa' tendono ad essere simili all'interno della stessa visualizzazione.

Considerazioni finali

Dalle visualizzazioni emerge come, nonostante la ratifica del Protocollo di Kyoto, la maggior parte dei Paesi più sviluppati dal punto di vista economico e sociale (in particolare con Indice di Sviluppo Umano maggiore o uguale a 0.8) non hanno avuto un incremento della loro quota di produzione di energia rinnovabile.