



ACCADEMIA DEI GEORGOFILI



# Effetto serra, effetto guerra: migrazioni climatiche in Italia?

Antonello Pasini

CNR, Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, Roma



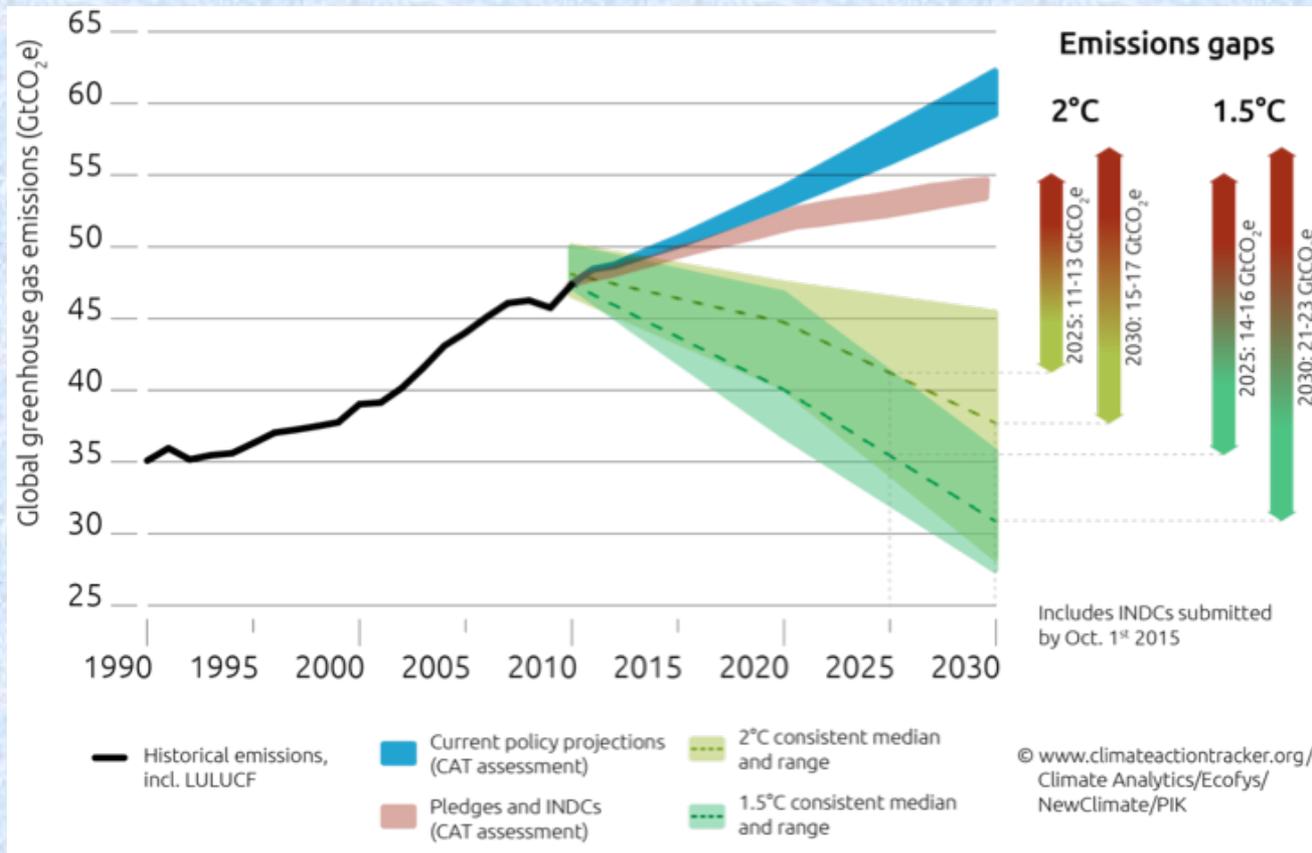
# Introduzione: lo stato del negoziato

Da Kyoto (1997) a Parigi (2015), passando per il fallimento di Copenhagen (2009) e la svolta di Durban (2011)...

Dall'approccio top-down a quello bottom-up.

Quindi, a Parigi si è raggiunto un accordo molto importante dal punto di vista di principio, ma con impegni concreti insufficienti.

# Lo stato del negoziato





# Lo stato del negoziato

**COP23 FIJI**  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
**BONN 2017**

**Further, Faster, Together**



## Lo stato del negoziato

Ma qualcosa si è mosso a Bonn? Solo tecnicismo? In realtà si muove molto più di quanto sembri.

Due aspetti:

la consapevolezza che non bastano più le sole riduzioni nel settore delle combustioni (energetico, industriale, traffico, ecc.)  $\Rightarrow$  bisogna considerare meglio l'uso del suolo;

la consapevolezza che, anche se si parla ancora di accordi tra Stati, c'è un ruolo per i diversi attori all'interno degli Stati stessi (vedi situazione USA...).



## Lo stato del negoziato

Si capisce anche che bisogna integrare il dato umano!

Ciò significa che la soluzione del problema del cambiamento climatico non è disgiunto dalla soluzione di altri gravi problemi che impattano fortemente sulla qualità della vita, specie nei Paesi in via di sviluppo ma non solo.

Non è un caso che il settore agricolo sia menzionato come prioritario per le politiche di mitigazione da 126 Paesi e per le politiche di adattamento da 104 Paesi.

Gli INDCs vengono sempre più scritti non solo come contributi per il clima, ma alla luce di Agenda 2030.



# Lo stato del negoziato

I pochi cenni che ho dato sullo stato del negoziato internazionale sul clima, ovviamente, risentono di una visione personale della sua evoluzione.

Spero comunque che queste semplici osservazioni possano essere di stimolo ed eventualmente innescare un dibattito.

E passiamo al tema centrale del mio talk...



ACCADEMIA DEI GEORGOFILI



# Migrazioni indotte dal clima?

Molti luoghi del mondo sono a rischio per le migrazioni indotte dal clima:





ACCADEMIA DEI GEORGOFILI



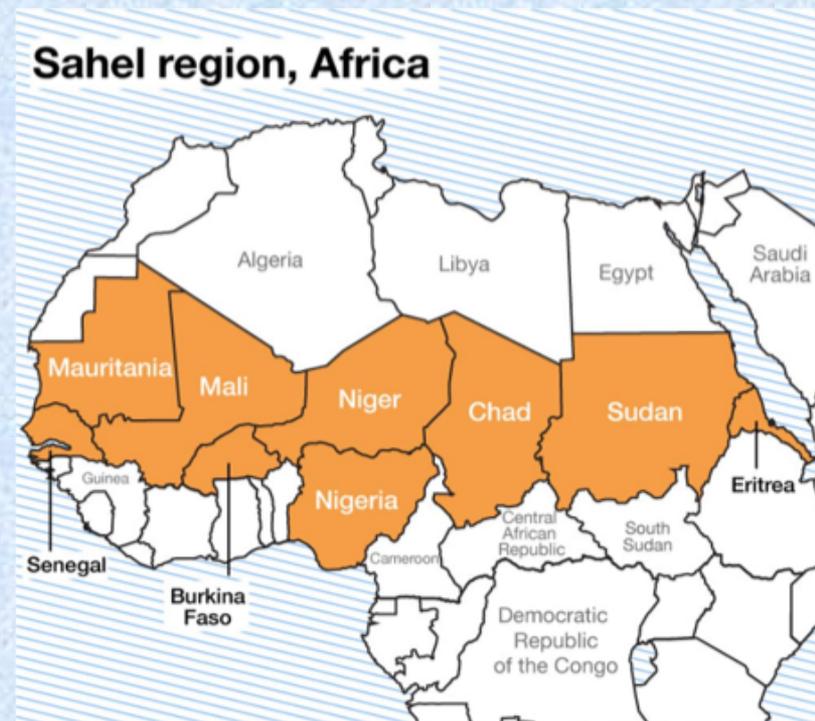
# Migrazioni indotte dal clima?

Molti luoghi del mondo sono a rischio per le migrazioni indotte dal clima:



# Migrazioni indotte dal clima?

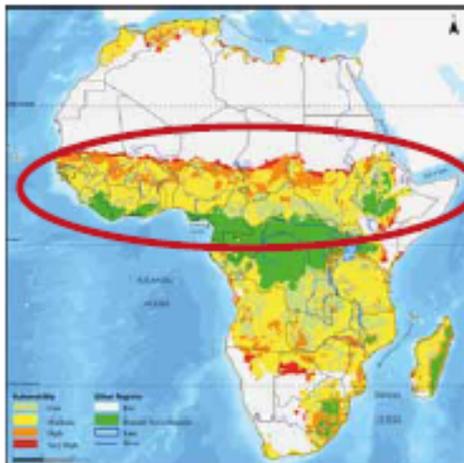
Qui, ci focalizziamo su una zona molto critica e fragile - la fascia del Sahel:



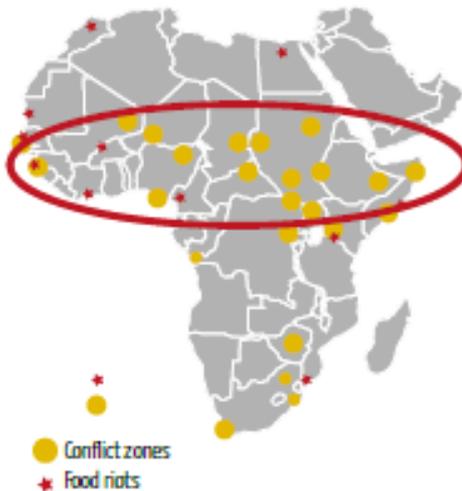
# Migrazioni indotte dal clima?

Il Sahel è critico da molti punti di vista:

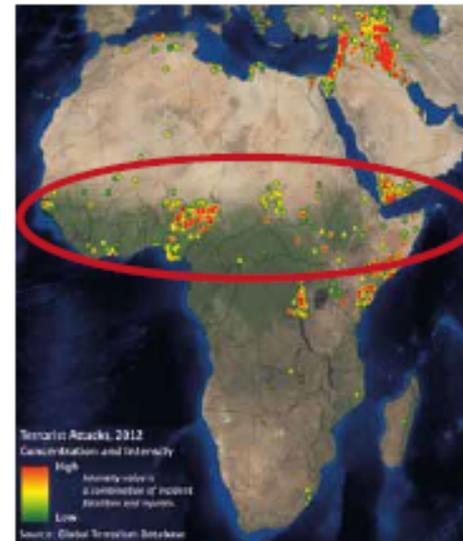
Desertification vulnerability in Africa (2008)



Conflicts and food riots in Africa 2007-2008



Terrorist Attacks 2012

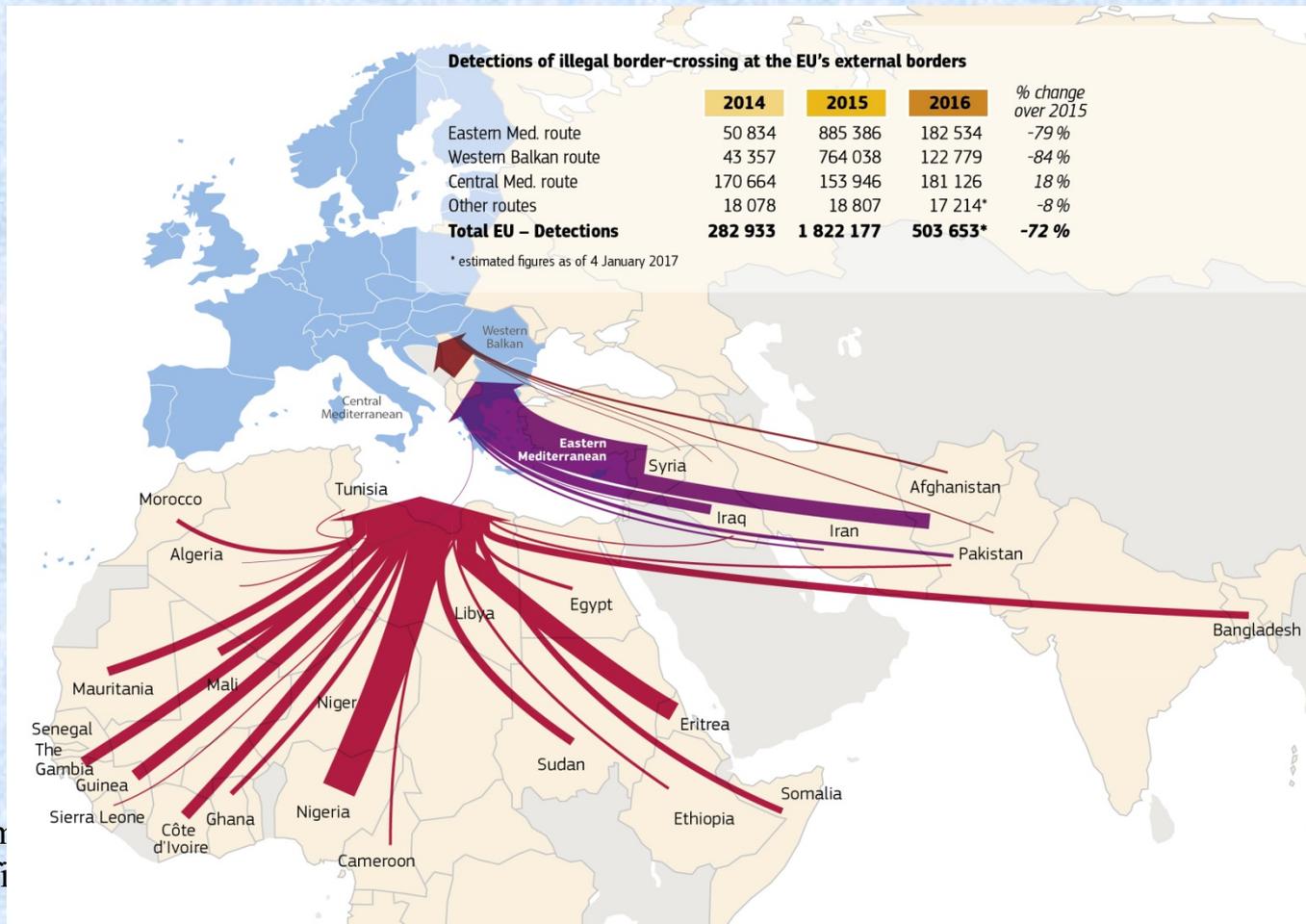


UNCCD, 2014:  
*Desertification  
: The Invisible  
Frontline*

These three maps of Africa vividly show the concentrations of past terrorist attacks, food riots and other conflicts in areas that are vulnerable to desertification.

# Migrazioni indotte dal clima?

Il risultato finale:





ACCADEMIA DEI GEORGOFILI



# Migrazioni indotte dal clima?

Ovviamente, molte cause diverse possono essere riconosciute come "drivers" dei flussi migratori osservati.

Ma recentemente nella letteratura scientifica si sono trovate molte evidenze di un ruolo peculiare dei cambiamenti climatici nell'innescare o amplificare i conflitti e/o le migrazioni.

Vedi, ad esempio...



GRAMMENOS MASTROJENI - ANTONELLO PASINI

## EFFETTO SERRA EFFETTO GUERRA

CLIMA, CONFLITTI, MIGRAZIONI: L'ITALIA IN PRIMA LINEA



C  chiarelettere



## Che fare?

Non bastano le riduzioni nel settore delle combustioni (energetico, industriale, traffico, ecc.) → guardare meglio all'uso del suolo.

Bisogna ridurre le emissioni dei terreni degradati (ad es. nella fascia del Sahel).

Ciò apre a sinergie con la soluzione di altri problemi della sfera umana (conflitti e migrazioni).

**Abbiamo win-win strategies!**



## Uno studio particolare

Le crisi recenti possono aver oscurato il ruolo del cambiamento climatico come "driver" di migrazioni (in ogni caso, si è riconosciuto un ruolo causale specifico anche nella devastante crisi siriana).

Comunque, qui mi limito alle migrazioni dal Sahel all'Italia nei 15 anni precedenti la crisi siriana e le cosiddette Primavere arabe.

Così, anche se ci sono state ovviamente crisi locali nei paesi del Sahel (per esempio, il conflitto nel Darfur) che possono essere causa di migrazioni, si pensa di aver evitato grossi cambiamenti nelle cause che potrebbero mascherare il ruolo diretto del cambiamento climatico.



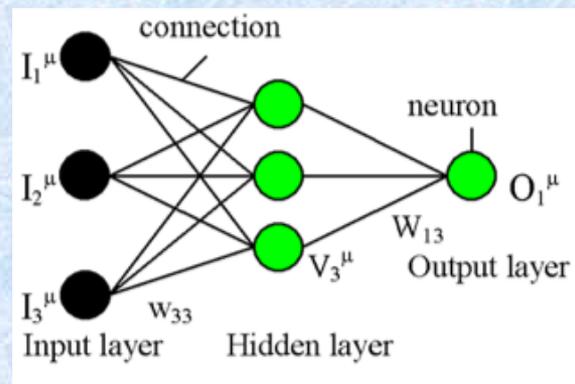
## Uno studio particolare

Qui, insieme all'uso di semplici tecniche lineari, applico modelli a rete neurale pienamente non lineari (sviluppati specificatamente per l'analisi di dataset piccoli) e una strategia di ensemble per modellizzare l'influenza dei "drivers" climatici:

- sulla quantità di raccolto nei 10 Paesi della fascia del Sahel
- e sui flussi migratori da questi Paesi all'Italia
- nel periodo 1995-2009.

# Uno studio particolare

Predittori  
(dati climatici)



Predittando  
(raccolti o flussi  
migratori)



# Un modello a rete neurale

Multi-Layer Perceptrons (MLPs) abbastanza standard:

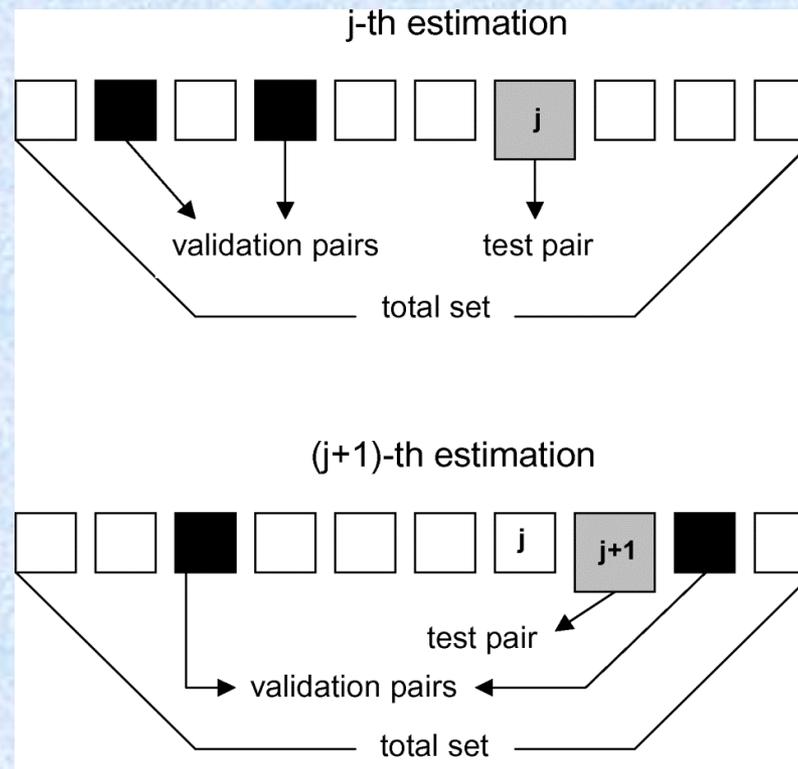
- reti feed-forward con uno strato nascosto;
- backpropagation training (learning rate + momentum).

Un "tool" specifico per dataset storici corti:

- ensemble leave-one-out con early stopping (vedi Pasini, 2015).

# Un modello a rete neurale

Dividiamo il nostro insieme di dati climatici e di impatto in insiemi di addestramento, validazione e test, come segue:





# Risultati

Al fine di valutare l'influsso dei fattori climatici sui raccolti e sui flussi migratori, consideriamo parecchie combinazioni di predittori e confrontiamo i risultati che vengono dall'applicazione delle regressioni multiple lineari e dei modelli neurali.

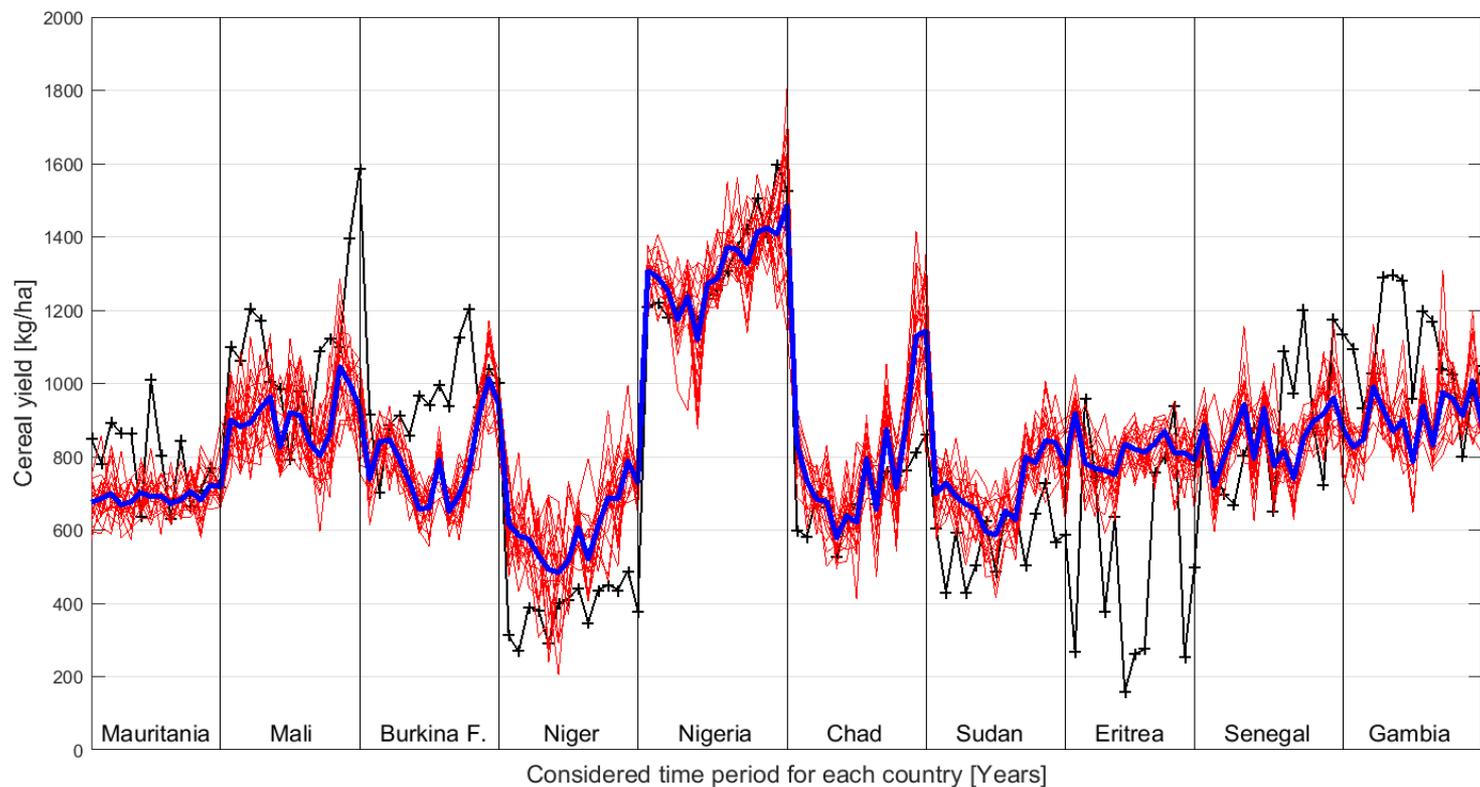
Qui mostro solo i risultati migliori.

Comunque, si è effettuata un'attività di "pruning" - escludendo un input alla volta dalle reti neurali - per valutare quali input abbiano un ruolo dominante nel raggiungere una corretta ricostruzione dei dati osservati/stimati.



# Risultati

Ricostruzione dei raccolti di cereali (predittori: temperatura, precipitazione, # ore con  $T > 30^{\circ}\text{C}$ )





# Risultati

## Tabella per la ricostruzione dei raccolti

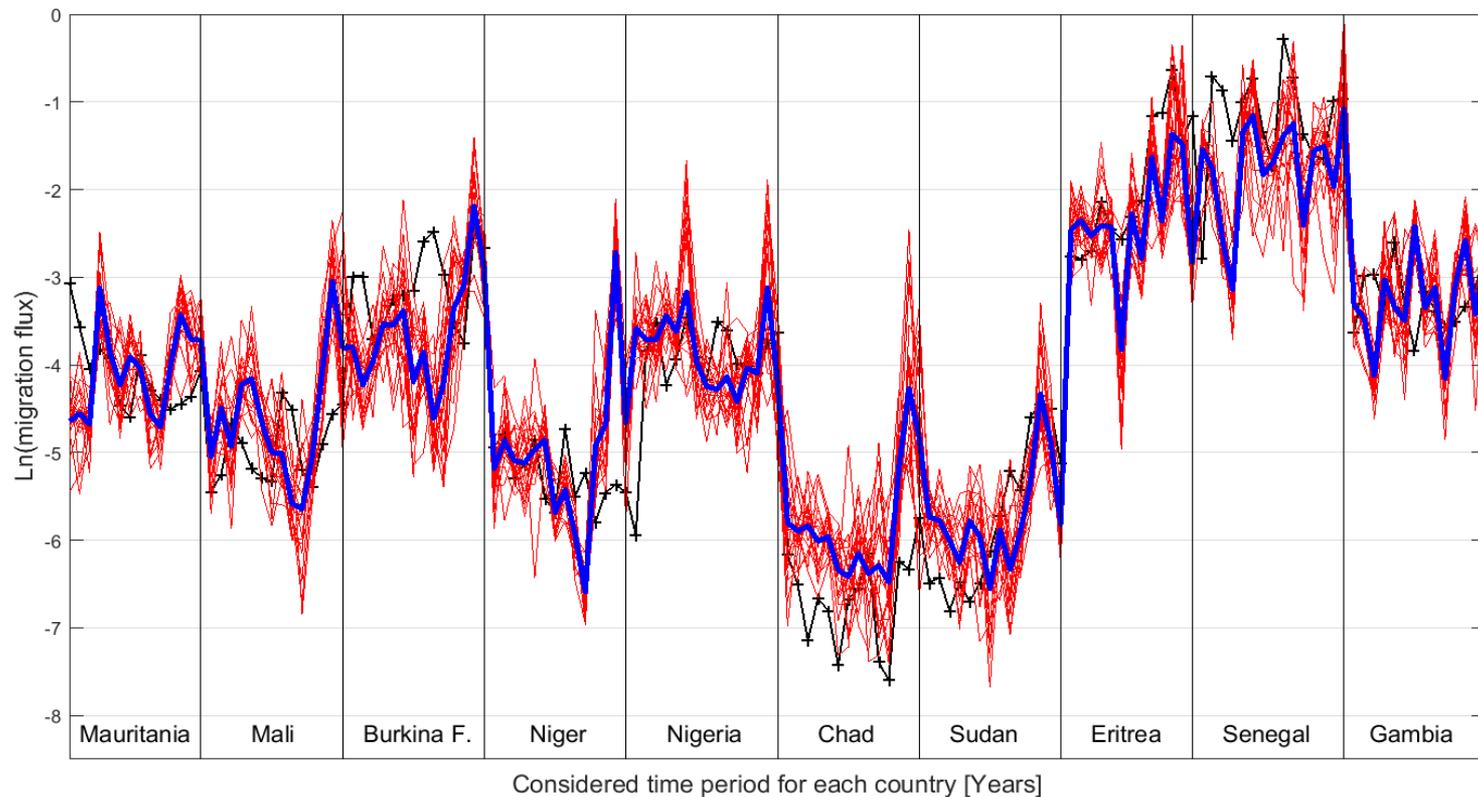
Inputs → Target	NN (R)	Multilinear (R)
Prec - Temp - # hours $T > 30^{\circ}\text{C}$ → Yield	0.711	0.636
Prec - Temp → Yield	0.638	0.638
Prec - # hours $T > 30^{\circ}\text{C}$ → Yield	0.719	0.638
Temp - # hours $T > 30^{\circ}\text{C}$ → Yield	0.623	0.466

La precipitazione e il # di ore con  $T > 30^{\circ}\text{C}$  sembrano avere il ruolo maggiore. Inoltre, il # di ore con  $T > 30^{\circ}\text{C}$  ha chiaramente influssi non lineari, ben colti dal modello neurale.



# Risultati

Ricostruzione dei flussi migratori (predittori: raccolti, temperatura, precipitazioni, # ore con  $T > 30^{\circ}\text{C}$ )





# Risultati

## Tabella per la ricostruzione dei flussi migratori

Inputs → Target	NN (R)	Multilinear (R)
Prec - Temp - # hours T>30°C - Yield → MigFlux	0.882	0.792
Prec - Temp - # hours T>30°C → MigFlux	0.820	0.781
Prec - Temp - Yield → MigFlux	0.827	0.796
Prec - # hours T>30°C - Yield → MigFlux	0.603	0.298
Temp - # hours T>30°C - Yield → MigFlux	0.848	0.669

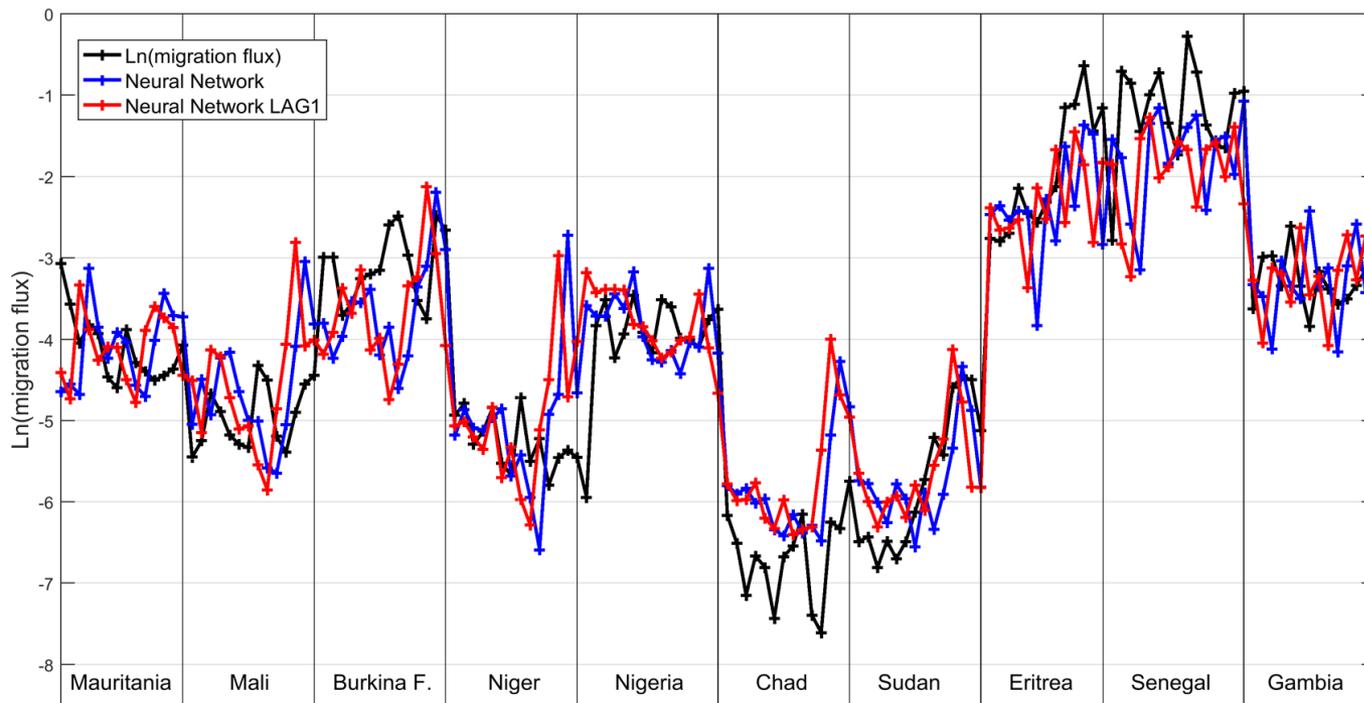
Raccolti e # ore con  $T > 30^{\circ}\text{C}$  hanno un chiaro ruolo (non lineare) nell'indurre migrazioni; nonostante ciò, la temperatura appare essere più influente.

# Risultati

## Influenze ritardate sulle migrazioni?

$R(NN) = 0.847$

$R(NNLag1) = 0.760$



Considered time period for each country [Years]



## Conclusioni

- I risultati del nostro modello ci permettono di stabilire influenze climatiche sui raccolti e sui flussi migratori dai Paesi del Sahel all'Italia.
- In particolare, otteniamo una varianza spiegata alta ( $R^2 = 0.78$ ) nei dati di migrazione dovuta ai fattori climatici.
- Considerando la supposta forte influenza di altri fattori specifici non climatici sui flussi migratori, questi risultati sono piuttosto "impressive".
- Inoltre, l'attività di "pruning" mostra che:
- l'agricoltura (l'ammontare dei raccolti) rappresenta un link tra i cambiamenti climatici e le migrazioni, che può far incrementare quest'ultimo fenomeno;



## Conclusioni

- anche le ondate di calore hanno un importante ruolo non lineare e la temperatura è probabilmente il fattore dominante che influenza le migrazioni;
- ciò porta a pensare che anche il superare la soglia di tolleranza termica possa avere un ruolo.
- Quindi, gli impatti climatici in Italia non solo vengono dai cambiamenti climatici sul territorio nazionale, ma anche dai cambiamenti nel clima di altri Paesi che sono origine di flussi migratori verso la nostra nazione.
- Ciò porta a dover considerare nostre azioni in questi Paesi, al fine di costruire in particolare un'agricoltura più resiliente per il loro sostentamento e sviluppo, e per prevenire flussi migratori non sostenibili.



# Bibliografia

## Clima e migrazioni:

- UNCCD (2014), Desertification. The invisible frontline (2<sup>nd</sup> edition).
- R. Cai et al. (2016), Journal of Environmental Economics and Management 79, 135-
- G. Mastrojeni, A. Pasini (2017), Effetto serra, effetto guerra. Clima, conflitti, migrazioni: l'Italia in prima linea (Chiarelettere).

## Il modello a rete neurale:

- A. Pasini (2015), Journal of Thoracic Disease 7, 953-
- A. Pasini et al. (2017), Scientific Reports 7, 17681.