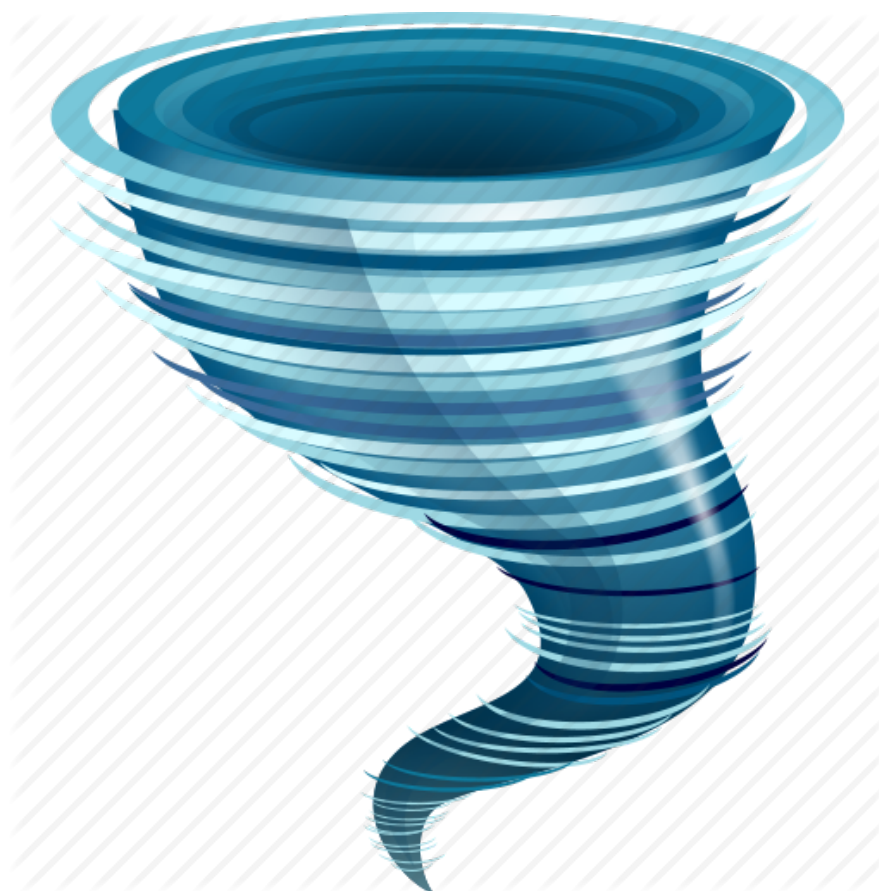


Report

Tornado in Italia

2014 - 2019



Lavoro svolto a cura di Tornado in Italia e Rete Meteo Amatori nelle persone di Stefano Salvatore, Federico Baggiani, Alessandro Piazza, Daniel Gialdini, Andrea Pardini e Franco Menenti.

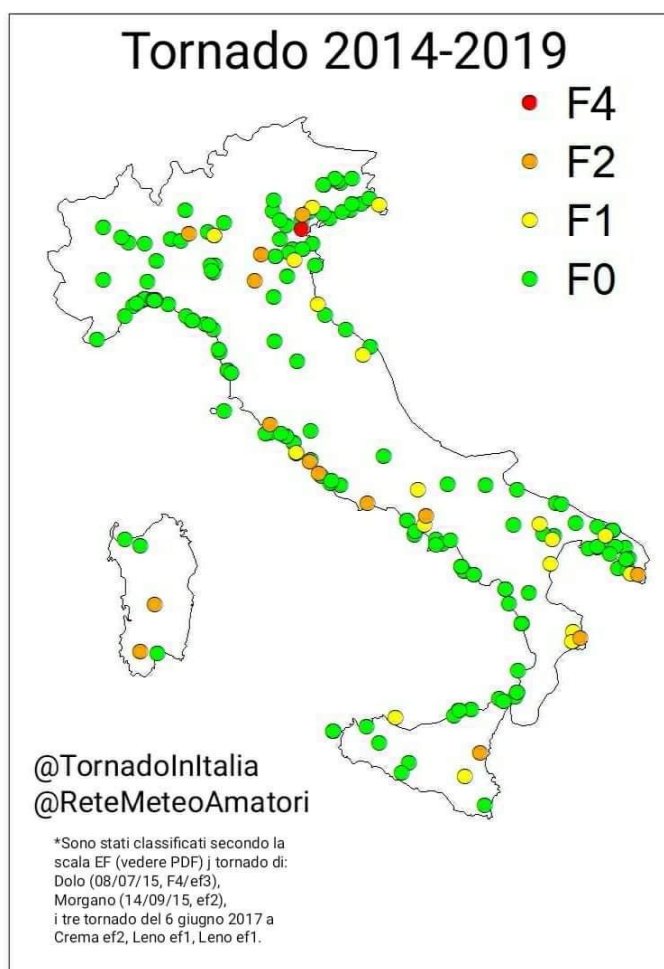


Quest'opera è distribuita con Licenza [Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Lo studio quantitativo e statistico dei tornado che avvengono sul suolo italiano, è sempre stato piuttosto marginale, se confrontato alla mole di studi riguardanti altri fenomeni meteorologici.

Questo a causa del fatto che, in passato (in realtà fino a pochi anni fa), era piuttosto complicato risalire alla natura degli eventi; i dati erano pochi ed imparziali e pochissimi gli eventi documentati fotograficamente.

Ora è quasi l'opposto: si possono reperire informazioni pressoché in diretta della maggior parte degli eventi che avvengono sul suolo italiano.



Il nostro lavoro sfrutta proprio questo enorme volume di dati. Tramite le pagine Facebook "[Tornado in Italia](#)" e "[Rete Meteo Amatori](#)", che in totale contano quasi **150mila followers**, vengono analizzate centinaia di segnalazioni all'anno sulla base di un "quality check" creato appositamente.

Lo scopo del **quality check** è quello di avere un metodo unico con cui trattare i dati e diminuire i falsi positivi.

Le segnalazioni che rispettano i criteri vengono successivamente validate. Un fatto notevole da segnalare, è che la rete di contatti da noi creata si è dimostrata talmente capillare, che **il 90%** dei tornado validati presenta un quality check massimo, ovvero la nube ad imbuto del

tornado e la debris cloud (la nube di detriti sollevati dal vortice) sono stati documentati fotograficamente.

Il restante **10%**, tornado notturni e/o validati sulla base dei danni, presenta un quality check minore; gli eventi validati sono comunque ritenuti estremamente o molto probabili.

Tornado (alcune precisazioni)

I termini "tornado" e "tromba d'aria" sono sinonimi. Purtroppo, negli ultimi anni, specie in ambito giornalistico, il termine tromba d'aria è stato spesso usato a sproposito associandolo ad ogni evento di vento intenso o a raffiche di [downburst](#) in uscita da temporali.

Ricordiamo che il tornado è una colonna d'aria in forte rotazione, a contatto col terreno, dal diametro che varia da qualche metro a qualche km (In Italia, in effetti, non sono mai stati registrati tornado con un diametro superiore a qualche centinaio di metri).



Altra confusione è stata generata dal fatto che, in alcuni articoli scientifici molto datati e in qualche dizionario, si cita la distinzione secondo la quale una tromba sia una sorta di tornado meno intenso e piccolo.

Questo è errato per alcune semplici ragioni: l'intensità dei tornado è valutata sulla base della [scala Fujita](#), esistono tornado con piccoli diametri (rope tornado) con velocità dei venti elevate, così come tornado piuttosto larghi ma poco intensi; è chiaro dunque come una distinzione di questo tipo non porti ad alcun chiarimento.

Le uniche distinzioni sono tra tromba d'aria (o tornado che dir si voglia) **mesociclonica** e tromba d'aria **non mesociclonica**.

Ognuno di questi - che sia piccolo, esteso, duraturo o no – è valutato in base alla scala Fujita che ne stima l'intensità dei venti. I tornado mesociclonici, in genere i più intensi, sono quelli originati sotto al mesociclone (la corrente ascendente e rotante) di una supercella.

Gli altri tornado, chiamati **landspouts** si formano a partire da un qualunque cumulonembo o cumulo congesto.

I landspouts sono generalmente più deboli e non superano il grado F2 della scala Fujita; Le trombe marine che raggiungono la costa vengono inoltre classificate come tornado.

Nel nostro lavoro, la classificazione avviene utilizzando la scala Fujita (F) applicata all'analisi dei danni tramite immagini e video, si può dunque considerare una stima non certa al 100%.

Dal 2014, in Italia, sono solamente 5 i tornado a cui è stata proposta una classificazione, sulla base di una precisa applicazione della scala Enhanced Fujita (EF), realizzata da Meteo in Veneto, dall'ingegnere Davide Rosa, Marco Rabito, Alberto Gobbi e altri.

Questi tornado sono precisamente: Dolo (08/07/2015 - EF3), Morgano (14/08/2015 - EF2), Campagnola Cremasca (06/06/2017 - EF2), Leno (06/06/2017 - EF1), Leno (06/06/2017 - EF1)

I Tornado tra il 2014 e il 2019

Gli eventi validati nei 6 anni di archivio sono stati **197**.

Nel 2014 sono stati 38, 21 nel 2015, 30 nel 2016, 20 nel 2017, 52 nel 2018, 36 nel 2019. La grande variabilità di questi numeri, deriva dal fatto che buona parte degli eventi registrati sono tornado non mesociclonici di debole intensità.

Essi si formano a partire da semplici cumulonembi, o addirittura cumuli congesti, e da una convergenza di venti al suolo; si può dunque affermare che il numero di questi tornado sia proporzionale all'instabilità atmosferica - o al numero di celle temporalesche - su un dato periodo.

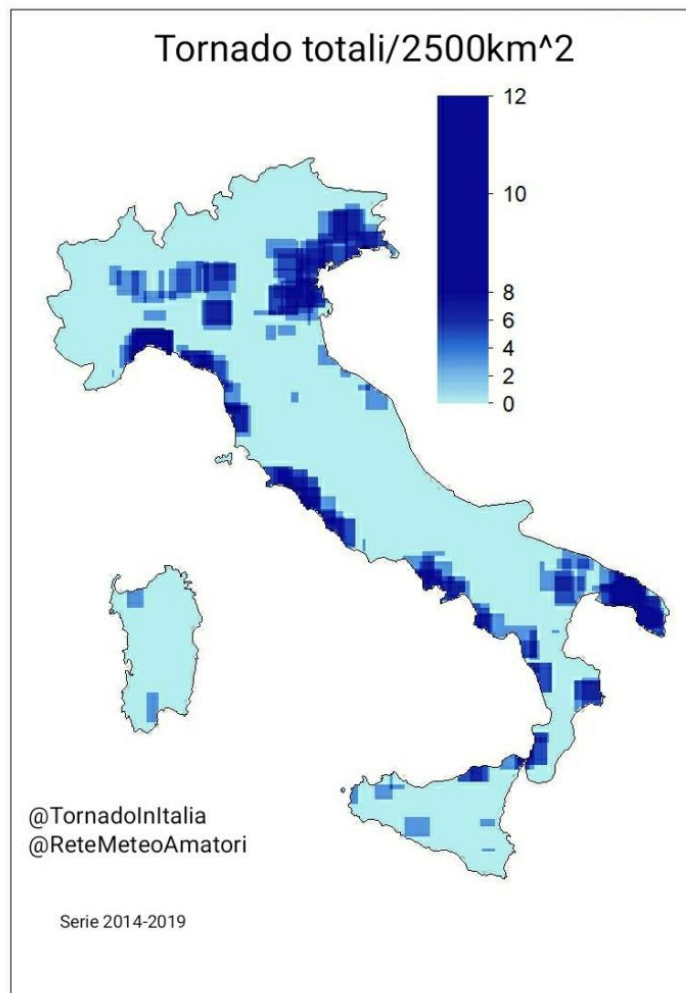
Dei tornado registrati, solo **47**, ovvero il **24% sono di origine mesociclonica**. Di questi, 15 (8% del totale) hanno raggiunto o superato il grado F2 della scala Fujita (venti superiori ai 180km/h);

l'evento più intenso, l'unico che abbia superato il grado F2, è stato il tornado ef3 di Dolo dell'8 luglio 2015. Non sono stati registrati tornado non mesociclonici con grado superiore ad F1.

Tra i tornado non mesociclonici, un numero rilevante, 88, sono trombe marine che hanno toccato la costa. Buona parte di queste (oltre il **95%**) si dissolve in poco tempo creando al più qualche danno da F0 alle strutture più fragili presenti sulle spiagge adiacenti.

Alla luce di questi dati, risulta molto interessante creare mappe che stimino la densità degli eventi totali registrati, la densità degli eventi non mesociclonici e la densità degli eventi mesociclonici, ovvero quelli in grado di causare più danni.

Densità e Distribuzione nello Spazio



Le mappe qui allegate, create con arcgis10, rappresentano la densità di eventi tornadici (totali e per tipologia) “plottati” su quadrati di 50km di lato, nel periodo considerato, sul suolo italiano.

Ovviamente la mappa comprende un periodo di soli 6 anni, dunque statisticamente troppo breve, ma si possono incominciare a fare alcune considerazioni.

Innanzitutto si delinea la pianura padana come bacino di formazione di tornado, spesso di origine mesociclonica di discreta intensità.

Sebbene ad ovest, sulla pianura piemontese, i tornado siano per lo più di tipo landspout, andando verso est (dove è maggiore l'influenza del vento dai quadranti sud-orientali, ovvero lo Scirocco, proveniente dal mare Adriatico) aumentano i tornado mesociclonici.

L'area maggiormente colpita è il Veneto. Lungo la fascia Ligure e Tirrenica vi è un elevato numero di trombe marine che raggiungono la costa, con un picco nell'area di Genova, probabilmente a causa della frequente convergenza tra i caldi venti di Ostro/Scirocco e i più freddi venti in discesa da nord.

La frequenza di tornado mesociclonici si mantiene inferiore ad 1 ogni 2500km² in 6 anni, fino sulle coste del centro-sud Italia tra Lazio e Campania.

Avendo una serie di soli 6 anni si possono osservare solamente due piccole aree a densità maggiore nelle due regioni menzionate; è possibile che con una serie temporale maggiore, si possa rilevare un aumento di densità su una fascia più estesa.

Per quanto riguarda la Calabria possiamo vedere una discreta densità di tornado non mesociclonici (trombe marine che toccano la costa) lungo la fascia tirrenica.

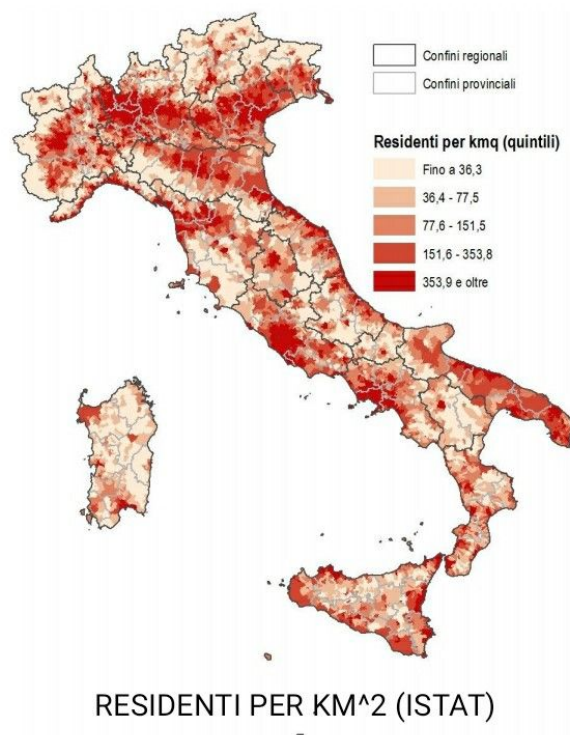
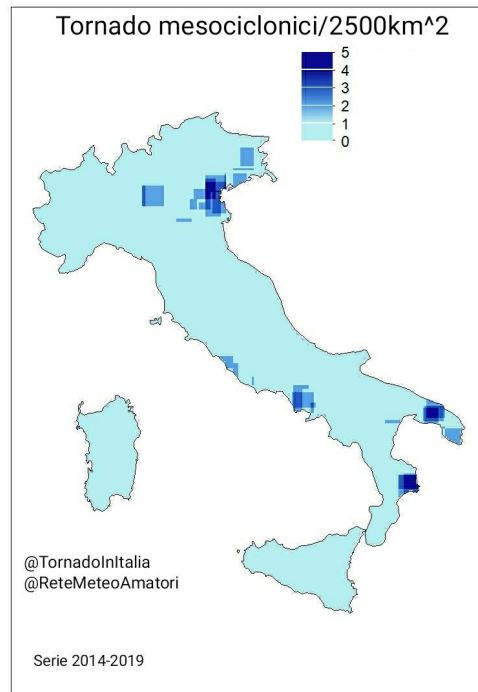
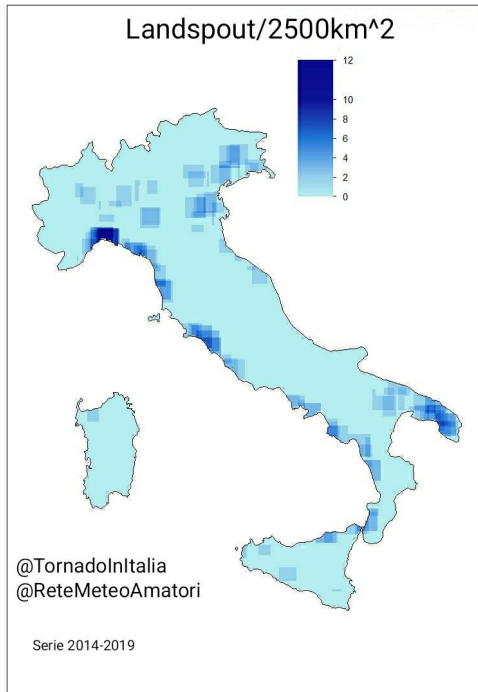
Un buon numero di tornado mesociclonici è stato rilevato nella zona nord est della costa ionica, probabilmente per l'apporto di CAPE (energia potenziale disponibile per la convezione) dato dai venti da sud.

La Puglia è la regione con la densità maggiore di tornado, spesso anche mesociclonici, talvolta di forte intensità.

Lungo la fascia Adriatica, possiamo notare come la densità di tornado sia piuttosto bassa, praticamente nulla nella zona centrale. Questo è un risultato che sarà interessante vedere se confermato su una serie più lunga.

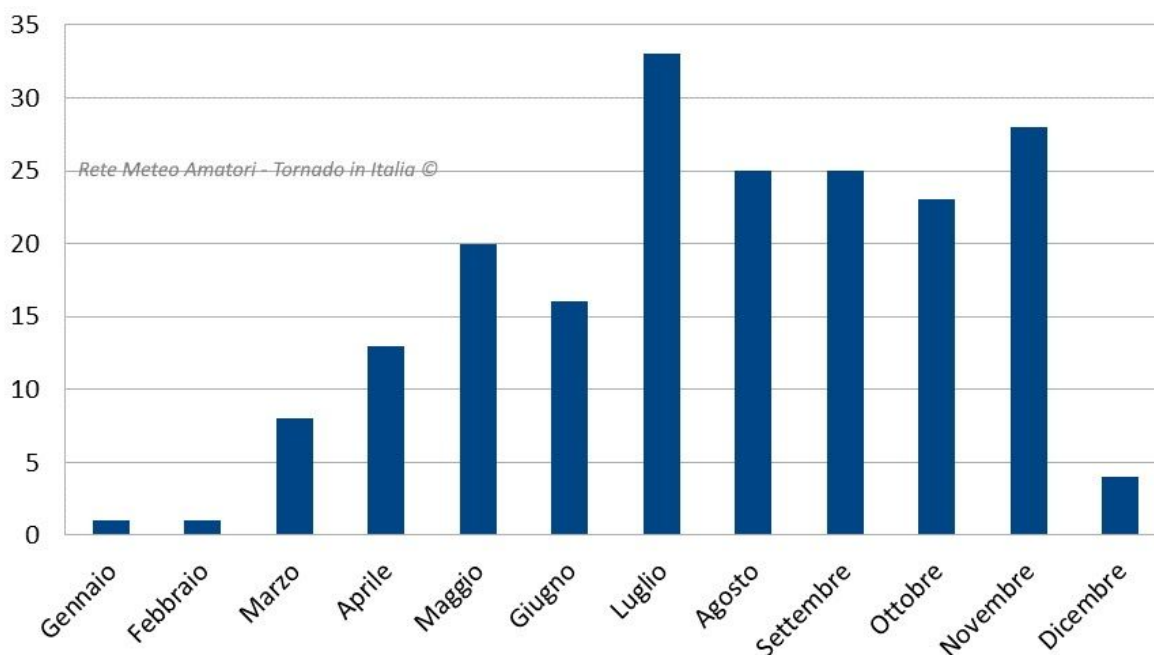
Da un confronto con una mappa di densità di abitanti su km quadrato sul territorio italiano, si possono individuare alcune zone in cui la scarsa densità di popolazione pone un limite alla precisione del lavoro (in quelle aree).

Queste sono: buona parte della Sardegna, la fascia ionica della Basilicata, il sud della Toscana e la zona sud della Calabria. In queste aree, infatti, i tornado registrati sono in numero decisamente minore rispetto ai valori attesi.



Distribuzione Temporale

La distribuzione mensile segue l'andamento previsto con un numero di tornado basso nei mesi invernali ed un aumento in primavera con picco tra l'estate e l'autunno.



Come si può vedere dal grafico, non vi è un vero e proprio picco ma un plateau dove il numero di tornado si mantiene abbastanza costante tra luglio e novembre.

Questo è derivato dal fatto che in estate è maggiore il contributo dei tornado che avvengono in pianura padana.

Tra settembre e novembre i tornado al nord diminuiscono mentre aumentano quelli al centro/sud, buona parte dei quali landfall di trombe marine (mesocicloniche e non).

A dicembre, in seguito alla diminuzione della temperatura del mare e dei bassi strati dell'atmosfera, il numero cala drasticamente; **solo il 3%** dei tornado è avvenuto tra dicembre e febbraio. Il **47%** dei tornado mesociclonici registrati, è avvenuto tra **ottobre e novembre**.

Di questi 22 eventi, 20 sono stati tornado mesociclonici direttamente arrivati dal mare o formati a breve distanza da esso (meno di 20km).

A conferma dell'importanza di un mare caldo (apporto di cape e abbassamento del livello di condensazione) nella formazione dei tornado mesociclonici.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Abruzzo	0	0	1	0	0	0
Basilicata	0	0	0	1	0	2
Calabria	3	0	1	1	10	0
Campania	4	0	5	2	3	2
Emilia Romagna	1	0	0	1	4	3
Friuli	2	1	2	0	1	4
Lazio	3	2	1	2	3	5
Liguria	4	3	2	3	4	6
Lombardia	2	1	2	4	1	0
Marche	2	0	1	0	0	0
Molise	0	0	0	0	0	1
Piemonte	0	0	1	1	3	0
Puglia	5	5	2	2	9	6
Sardegna	0	0	0	2	2	1
Sicilia	3	3	4	0	5	1
Toscana	3	1	4	0	3	3
Trentino alto adige	0	0	0	0	0	0
Umbria	0	0	0	0	0	0
Valle d'aosta	0	0	0	0	0	0
Veneto	6	5	4	1	4	2

Regioni con più Tornado dal 2014-2019

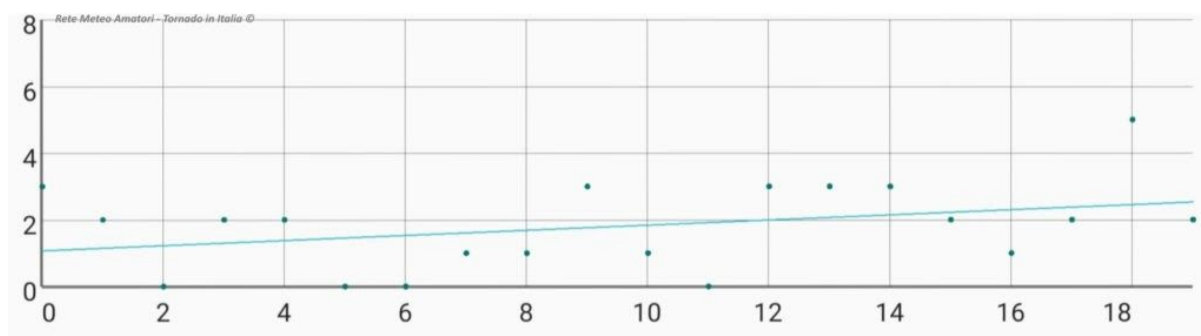
1. Puglia 29
2. Liguria - Veneto 22
3. Campania - Lazio - Sicilia 16,
4. Calabria 15,
5. Toscana 14,
6. Lombardia - Friuli Venezia Giulia 10,
7. Emilia Romagna 9,
8. Piemonte - Sardegna 5,
9. Marche - Basilicata 3,
10. Abruzzo - Molise 1 ,
11. Val d'Aosta - Trentino Alto Adige - Umbria 0

Tornado e Cambiamento Climatico

Una serie di dati di soli 6 anni non ci può dire nulla sulla tendenza del numero dei tornado in futuro.

Abbiamo perciò esteso il lavoro ad una serie temporale di 20 anni che va dal 2000 al 2019.

Tornado di grado F2 o maggiore tra il 2000 e il 2019



Per non incorrere in una sproporzione esagerata tra tornado rilevati prima del 2014 e quelli successivi (col metodo delle segnalazioni via social) il lavoro si limita solo ai tornado intensi, F2 o superiori.

Quello che si trova è una tendenza all'aumento. Ciò è in accordo con alcuni studi recenti che ci dicono che il cambiamento climatico in corso porterebbe ad una variazione di due parametri importanti nella genesi di tornado intensi: il wind shear e il CAPE.

Sebbene il **wind shear** (la variazione di intensità del vento con l'aumentare di quota) è atteso in leggera diminuzione, questo è previsto essere ampiamente compensato dall'aumento di CAPE causato dal riscaldamento della Terra dovuto all'immissione di gas serra.

Purtroppo 20 anni di serie sono comunque pochi per individuare un trend significativo e certo, considerando anche la differenza di metodi usati nella ricostruzione della serie.

Ovviamente utilizzando solo gli eventi più intensi e che hanno causato più danni, gli errori di metodo vengono limati, ma non si può escludere che rimangano significativi. Il grafico è dunque da leggere con le dovute attenzioni.

Quality Check

Il **quality check** utilizzato nella validazione dei tornado consta di tre gradi chiamati schematicamente **q.c2**, **q.c1+**, **q.c1**.

Q.c2 (90% del totale) delinea tornado certi, documentati tramite foto o video del cono e della debris cloud. Rientrano in questa categoria anche i tornado che non sono stati

documentati da foto, ma il cui path (striscia al suolo ben visibile e chiara) è stato documentato da immagini aeree.

Q.c1+ tornado estremamente probabili, in cui la documentazione consiste in: foto del [funnel](#) + probabili danni tornadici lungo il percorso dello stesso. Nel nostro lavoro sono il 6% del totale.

Q.c1 nessuna foto del tornado, ma documentazione caratterizzata da svariate foto di danni molto probabilmente tornadici (sia per estensione che per tipologia) e/o descrizione dettagliata del vortice e della debris cloud da parte degli abitanti del luogo contattati. Sono il 4% del totale.

Gli eventi con meno documentazioni sono stati esclusi. Gli eventi esclusi, molti dei quali comunque presenti in archivi simili al nostro (che tra l'altro prendono in parte i dati dal nostro lavoro), sono svariate decine.

Il motivo è quanto descritto sopra, ovvero la scarsissima documentazione a sostegno della veridicità dell'evento.

Essendo i danni da venti associati a downburst e microburst, enormemente più frequenti rispetto a quelli causati dai tornado, si è adottato il metodo di scartare gli eventi che non rispettassero il quality check adottato.

Ovviamente siamo assolutamente consapevoli che così facendo alcuni eventi non rientrano nell'archivio (stimati in meno di 10 eventi in 6 anni di lavoro), ma questo modo di procedere ha il pregio di non riempire l'archivio di decine di falsi positivi, rendendolo di fatto, assolutamente inutile.

Lavoro svolto a cura di Tornado in Italia e Rete Meteo Amatori nelle persone di Stefano Salvatore, Federico Baggiani, Alessandro Piazza, Daniel Gialdini, Andrea Pardini e Franco Menenti.



Quest'opera è distribuita con Licenza [Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale](#).

Bibliografia

- Formentini, G.; Gobbi, A.; Griffa, A.; Randi, P.; "Temporalì e Tornado", Alpha Test
- Giuliaci, M.; Giuliaci, A.; Corazzon, P.; Manuale di meteorologia, Alpha test
- Cassardo, C.; Dispense di fisica del clima, Dipartimento di fisica, università di Torino
- Abinanti, A.; Bianchino, D.; Gobbi, A.; Rabito, M.; Rosa, D.; Randi, P.; et al. Il tornado di Pianiga, Dolo, Mira dell'8 luglio 2015
- Abinanti, A.; D.; Gobbi, A.; Piazza, A.; Rabito, M.; Rosa, D.; Randi, P.; Venturin, G.; La supercella tornadica tra Brescia e Cremona del 6 giugno 2017
- D.; Gobbi, A.; Rabito, M.; Rosa, D.; Randi, P.; Pizzolon, M.; La violenta grandinata sul vicentino e il tornado sul trevigiano