



REPORT

TORNADO IN ITALIA

2022



Federico Baggiani Alessandro Piazza Stefano Salvatore

INDICE

1 – INTRODUZIONE	3
2 – STATISTICHE	5
2.1 – Statistiche generali.....	5
2.2 – Mappe di densità.....	11
2.3 – Statistiche 2022.....	14
3 – COSA FARE IN CASO DI TORNADO.....	18
4 – CONCLUSIONI	23
5 – RINGRAZIAMENTI	24
6 – BIBLIOGRAFIA	25

1 – INTRODUZIONE

L'archivio "Tornado in Italia" nasce nel 2014 con l'obiettivo di poter quantificare, nel modo più preciso e rigoroso possibile, il numero di tornado che ogni anno avvengono sul territorio italiano.

A questo scopo sono stati creati prima la pagina Facebook "Tornado in Italia" e poi l'omonimo gruppo Telegram, che contano ormai rispettivamente quasi 130000 followers e oltre 7300 iscritti. L'idea era molto semplice, anche se di difficile realizzazione: cercare di avere un numero di segnalatori più vasto possibile per riuscire a reperire informazioni anche in zone poco densamente popolate.



Figura 1: tornado F1 ad Asigliano Vercellese (VC), 24 maggio 2022 – foto di Alessandro Piazza

Fortunatamente, il nostro pubblico ha risposto egregiamente, affiancandoci laddove non potevamo arrivare con la sola ricerca degli eventi online o sul campo. Ogni evento in cui ci siamo imbattuti in questi 9 anni, è stato validato sulla base delle nostre conoscenze utilizzando informazioni reperibili online o provenienti dai segnalatori ed è stato infine classificato o escluso. A partire dal 2021 inoltre la collaborazione con il progetto "PRETEMP - previsione temporali" ha ulteriormente

migliorato la qualità dei dati presenti nel nostro archivio, ora uniformato con lo European Severe Weather Database (l'archivio europeo ufficiale per quanto riguarda i fenomeni atmosferici violenti).

Dall'inizio della nostra attività di ricerca siamo riusciti a classificare ben 435 vortici tra il 2014 e il 2022 (tutti rappresentati nella mappa seguente). L'8% di questi (35 su 435) sono stati valutati come tornado di forte intensità, ossia di grado F2 o superiore sulla scala Fujita.



Figura 2: tornado totali in Italia tra il 2014 e il 2022

2 - STATISTICHE

2.1 – Statistiche generali

I tornado totali raccolti nel nostro archivio, dal 2014 al 2022 compresi, sono 435. Di questi, 326 (il 75%) sono di origine non mesociclonica, 91 (il 21%) sono mesociclonici, mentre i restanti 18 (il 4% del totale) risultano di tipologia incerta. L'impossibilità di classificare questi ultimi è dovuta al fatto che non sono disponibili documentazioni fotografiche o video degli eventi, spesso notturni.

Come schematizzato nella figura seguente, dei tornado non mesociclonici 138 sono landspout avvenuti su terra, e 188 sono trombe marine che durante il loro percorso sono giunte sulla costa (landfall). Per quanto riguarda i vortici mesociclonici, 69 sono terrestri e 21 sono landfall.

Un fatto interessante da notare è che tra i landfall non mesociclonici, 4 sono trombe lacustri che hanno toccato le sponde di Lago di Como, Lago di Garda, Lago di Vico e Lago Miseno.

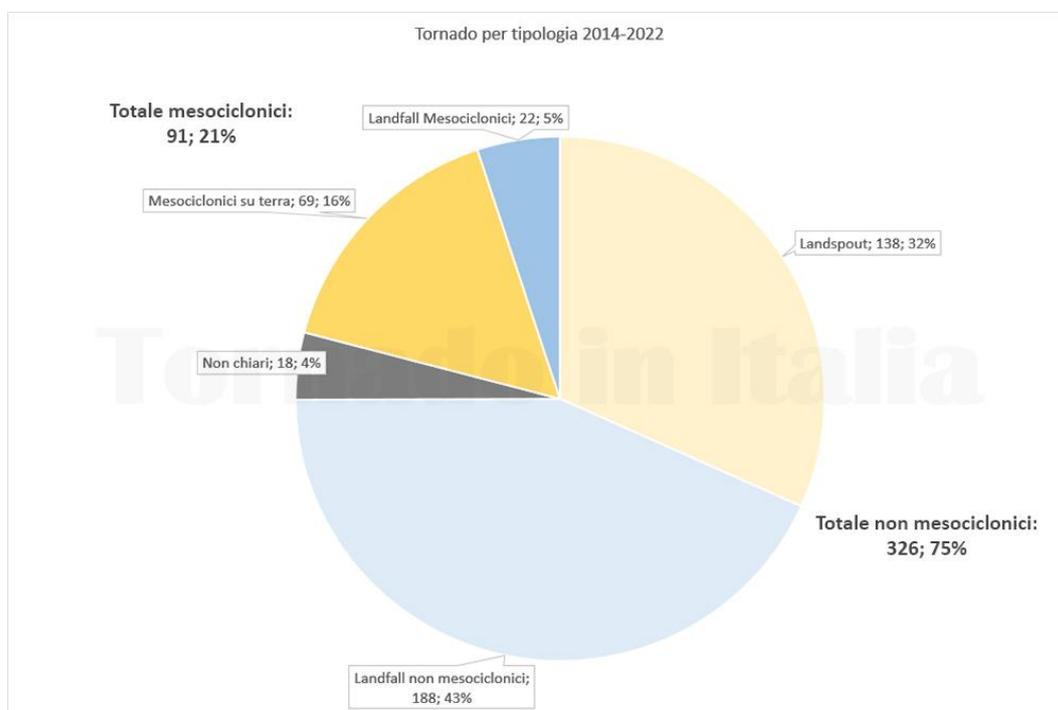


Figura 3: numero di tornado per tipologia tra il 2014 e il 2022

Analizzando il momento della giornata in cui si sono verificati i tornado, emerge una significativa differenza tra gli eventi derivati dall'approdo sulla costa di trombe marine e quelli che si sono sviluppati completamente su terra. Eliminando i 18 vortici di origine incerta si ottengono due categorie numericamente omogenee, con 209 eventi landfall e 208 non landfall.

Per quanto riguarda i primi l'orario medio corrisponde alle 12:23, mentre il 50% dei landfall (range interquartile – cioè la parte centrale della distribuzione che comprende i dati del secondo e terzo quartile) è avvenuto tra le 9:57 e le 15:30. La mediana, cioè l'orario che divide la serie di dati in due parti con lo stesso numero di eventi, corrisponde alle ore 12:00. Abbiamo quindi esattamente metà tornado con landfall sviluppatasi prima di mezzogiorno e metà nella seconda parte della giornata.

Per i tornado terrestri invece risulta un orario medio decisamente più spostato verso le ore pomeridiane, alle 14:53, con un range interquartile che va dalle 13:16 alle 17:00. La mediana è posizionata alle 15:27.

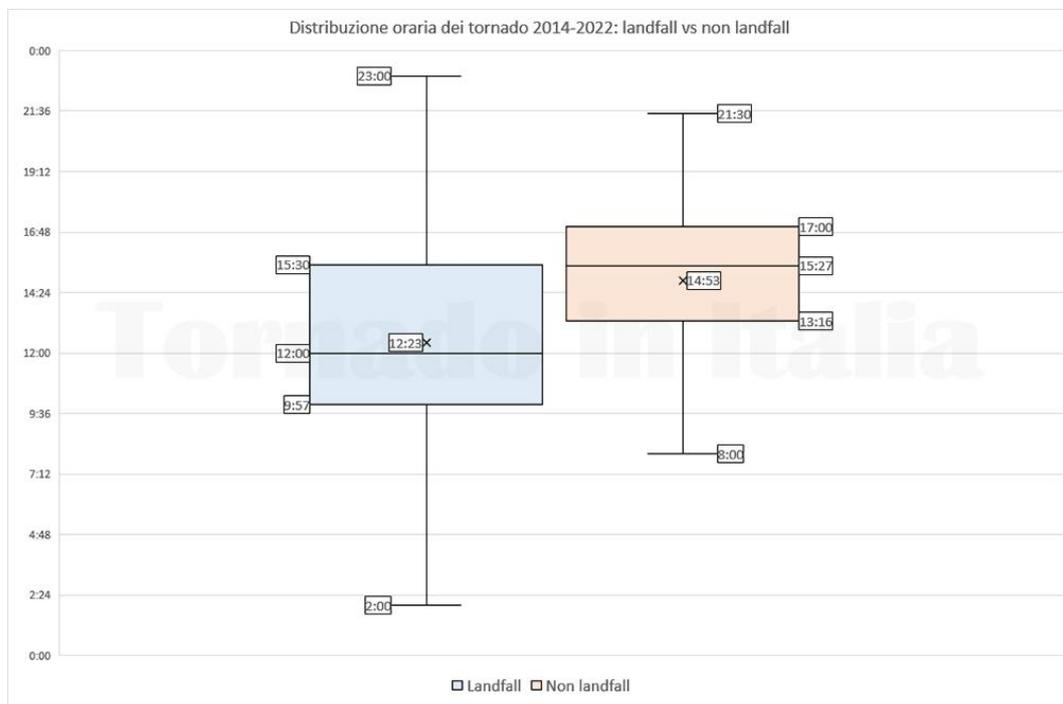


Figura 4: differenza di distribuzione oraria tra tornado originati da trombe marine e tornado terrestri

Dalla figura 4 si nota bene come la mediana degli eventi terrestri sia quasi corrispondente al terzo quartile dei landfall. Ne consegue che prima di quell'ora (15:27-15:30) si è formato il 75% dei vortici originati da trombe marine, e solo il 50% di quelli localizzati interamente su terra.

Questa differenza è probabilmente dovuta al fatto che la maggior parte dei temporali nelle zone interne si sviluppano nelle ore pomeridiane, sfruttando l'accumulo di energia potenziale data dal prolungato soleggiamento. Lungo le coste invece è il calore stesso del mare a fornire il carburante per la convezione, e questa quindi è meno dipendente dal momento della giornata.

Per quanto riguarda l'intensità sulla scala Fujita, per i 435 tornado inseriti in archivio, abbiamo:

- **331 F0 (76.1%)**
- **69 F1 (15.9%)**
- **34 F2 (7.8%)**
- **1 F4 (0.2%)**

La corrispondenza dei vari gradi della scala Fujita con l'intensità stimata dei venti all'interno del vortice è riportata nella tabella qui sotto.

Scala Fujita		
GRADO	Limite inferiore	Limite superiore
F0	64 Km/h	116 Km/h
F1	117 Km/h	180 Km/h
F2	181 Km/h	253 Km/h
F3	254 Km/h	332 Km/h
F4	333 Km/h	418 Km/h
F5	419 Km/h	512 Km/h

Figura 5: velocità stimate del vento a cui corrispondono i gradi della scala Fujita

Qui vediamo il numero di tornado di diversa intensità per ogni anno:

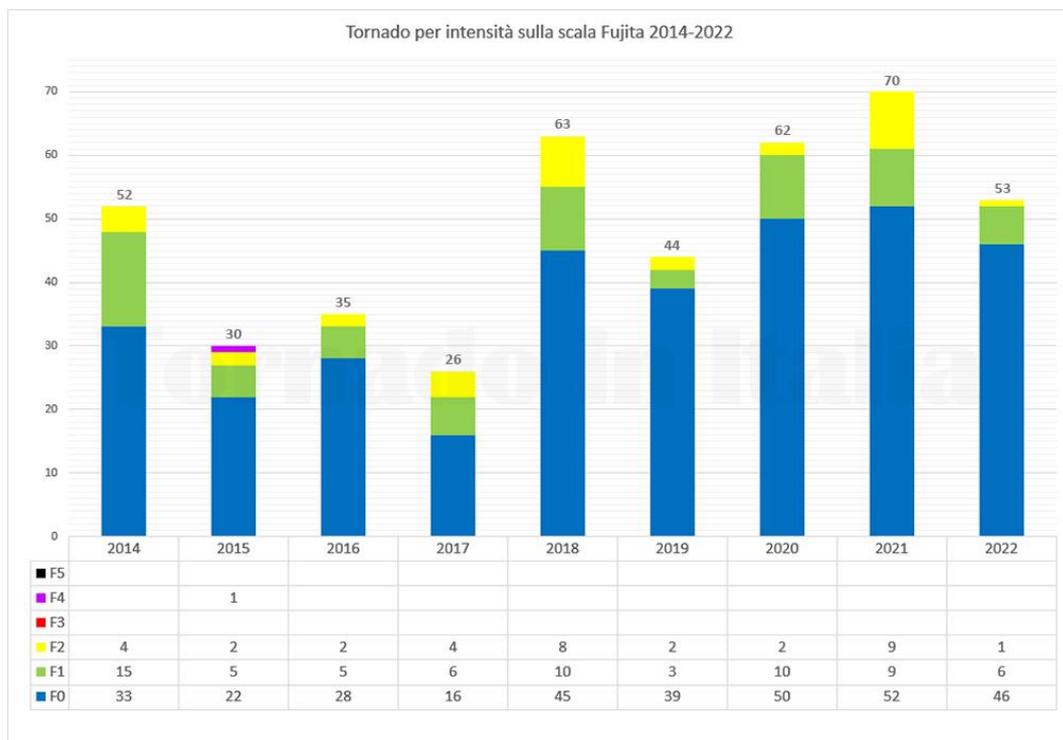


Figura 6: numero di tornado per intensità sulla scala Fujita per ogni anno dal 2014 al 2022

Come si vede dalla seguente figura 7, la maggior parte dei tornado si verifica tra la fine dell'estate e l'autunno meteorologico, nei mesi di agosto, settembre, ottobre e novembre. Gli eventi di questi mesi infatti rappresentano il 60% del totale.

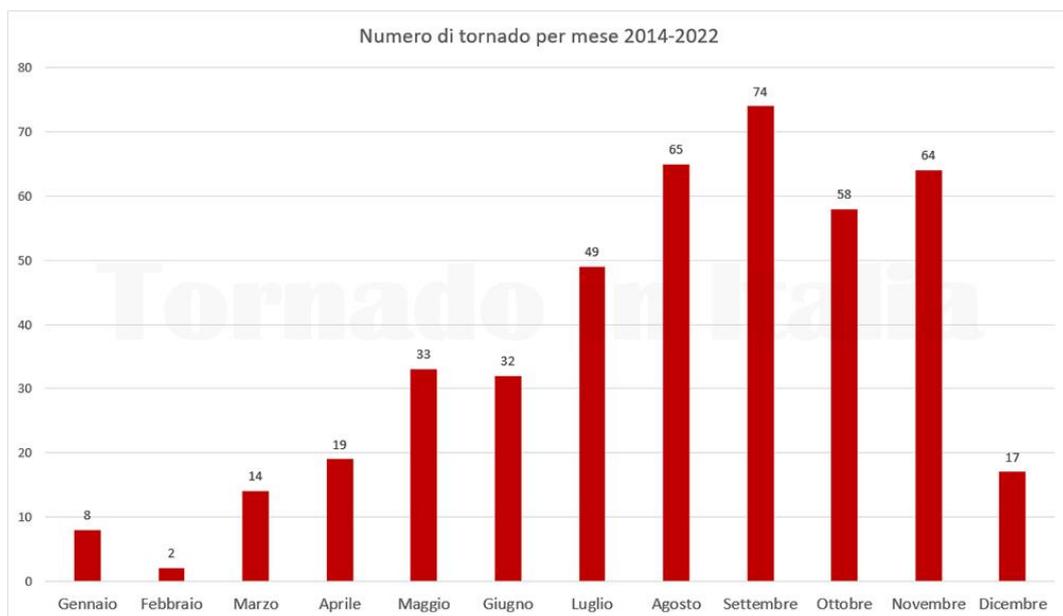


Figura 7: numero di tornado per mese dal 2014 al 2022

Un trend simile lo possiamo osservare per i tornado di forte intensità (cioè i vortici che raggiungono o superano il grado F2), che sono concentrati soprattutto nei tre mesi dell'autunno meteorologico. Infatti 24 eventi su un totale di 35 (il 69%) si sono verificati nei mesi di settembre, ottobre e novembre, come schematizzato nella figura 8.

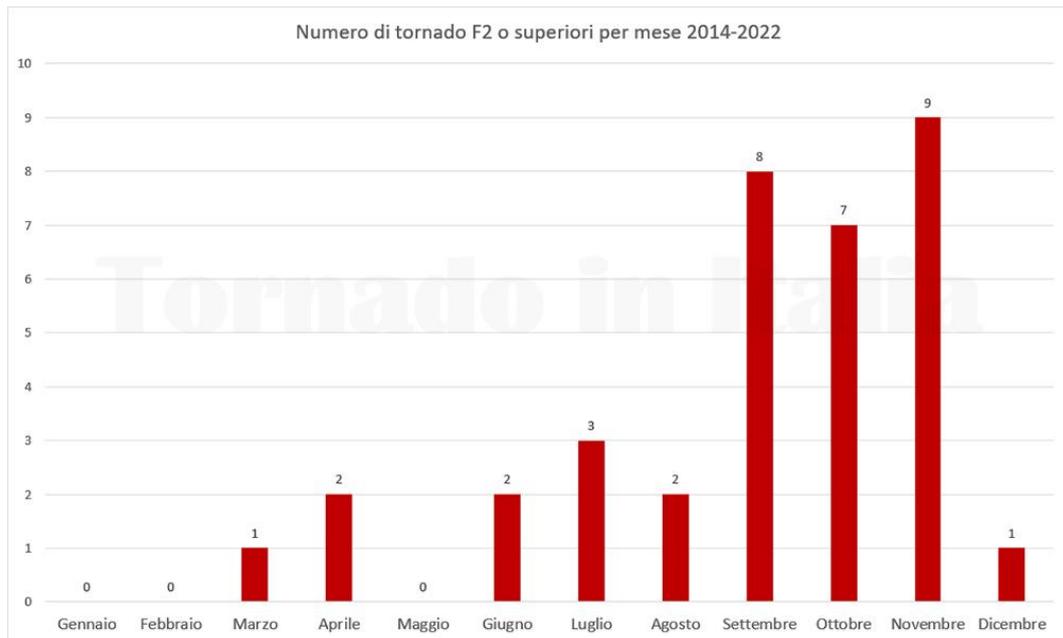


Figura 8: numero di tornado di grado F2 o superiore per mese dal 2014 al 2022

Nelle seguenti mappe possiamo vedere la distribuzione puntuale di tutti i tornado in Italia tra il 2014 e il 2022, divisi nelle quattro stagioni meteorologiche.

I tornado di grado F0 e F1 sono rappresentati da punti gialli, quelli di grado F2 da punti rossi e l'unico di grado F4 è rappresentato da un punto viola.

In alto a sinistra abbiamo il periodo invernale, durante il quale a causa del minore calore disponibile sia su terra che su mare si registra una bassa formazione di fenomeni temporaleschi e dunque di fenomeni vorticosi. Questi vanno a formarsi soprattutto lungo le coste e sono di debole intensità. Con l'avanzare delle stagioni, iniziano ad aumentare sia il numero totale di eventi che il numero di tornado intensi, con una maggiore presenza di questi ultimi al Centro-Nord Italia in estate e su tutto il territorio nei mesi autunnali.

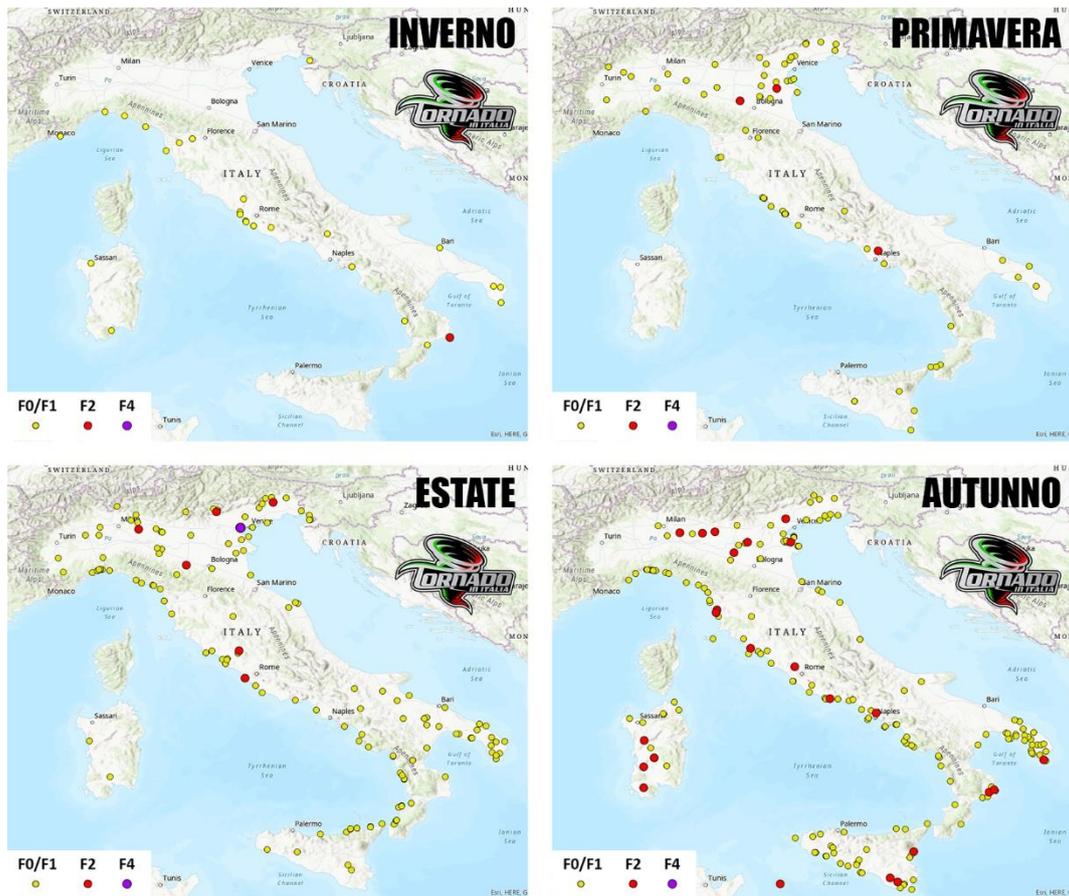


Figura 9: distribuzione per stagione dei tornado in Italia tra il 2014 e il 2022

Fino al 2020 la distribuzione di tornado forti (F2 o superiori) in autunno era visibilmente maggiore al centro-sud rispetto al Nord della penisola.

Nel 2021 però si sono verificati due outbreak tornadici di portata storica sulla pianura Padana tra settembre e ottobre (il 19 settembre tra Lombardia ed Emilia-Romagna e il 6 ottobre nel basso Veneto), che hanno reso questa differenza molto meno evidente.

2.2 – Mappe di densità

Le seguenti mappe di densità esprimono la densità annuale dei tornado totali dal 2014 al 2022. (Per l'elaborazione della distribuzione spaziale viene utilizzata la densità di punti all'interno di un quadrato di lato 10km).

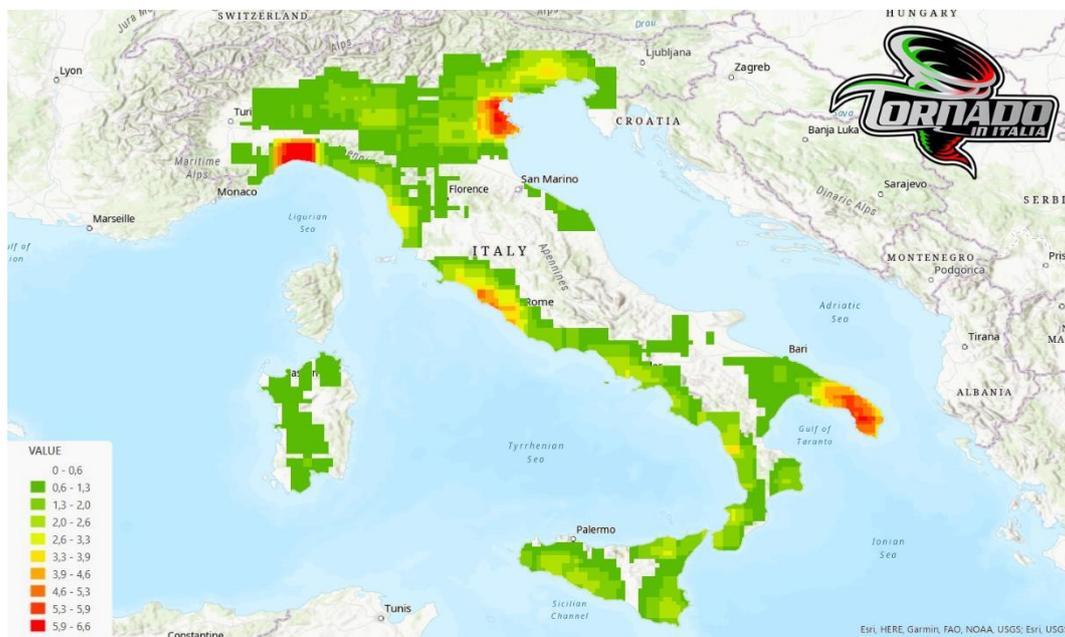


Figura 10: mappa di densità dei tornado totali in Italia dal 2014 al 2022

Si può notare una concentrazione maggiore di eventi vorticosi nell'area di Genova e sul basso Veneto. Nel primo caso si tratta soprattutto di trombe marine non mesocicloniche che toccano terra. Per quanto riguarda il Veneto, invece, troviamo un elevato numero di tornado mesociclonici, anche di forte intensità. Altre due zone che presentano una densità elevata, sebbene minore, sono bassa Toscana e Lazio, dove sono stati registrati anche tornado mesociclonici intensi, e la Puglia.

È interessante notare come su tutta la fascia adriatica centrale la densità è significativamente minore rispetto alla corrispondente area tirrenica.

Possiamo ipotizzare che, data l'esposizione a Nord-Est delle coste adriatiche, in particolare tra il Sud delle Marche e il Nord della Puglia, considerando che le direzioni di spostamento prevalenti delle celle temporalesche variano in un range che va da Ovest a Sud-Est a seconda della configurazione sinottica, potrebbe

risultare più difficile l'approdo di eventuali trombe marine sul litorale, a differenza della costa tirrenica alla stessa latitudine.

Le prossime tre immagini sono mappe di densità riferite rispettivamente ai tornado mesociclonici, tornado di grado F2 o maggiori e ai tornado non mesociclonici.

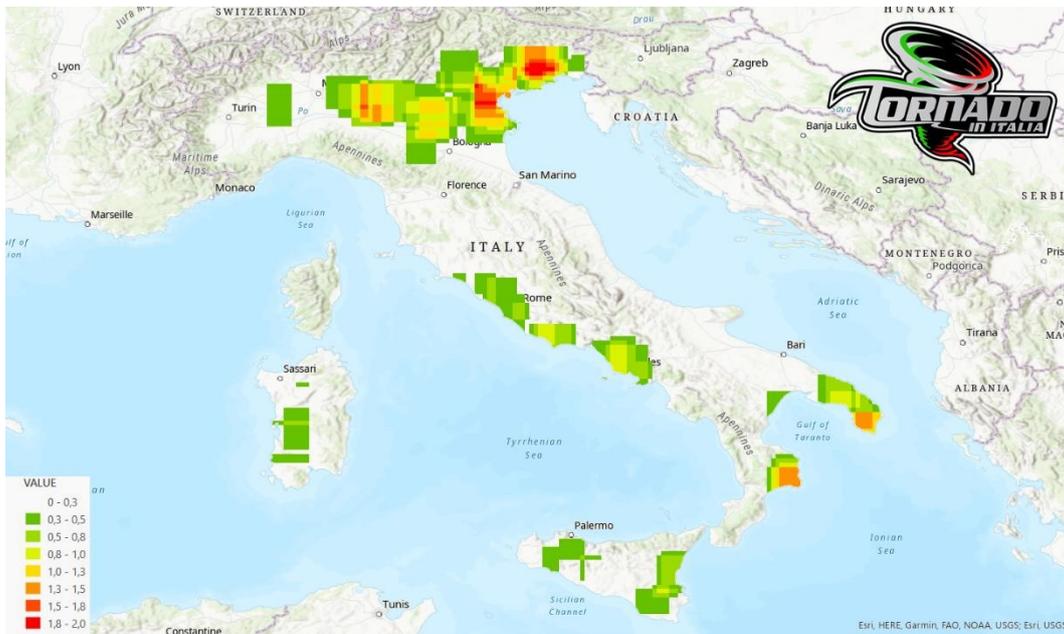


Figura 11: mappa di densità dei tornado mesociclonici in Italia dal 2014 al 2022

Per quanto riguarda i tornado mesociclonici (figura 11) si può notare come la maggiore concentrazione sia situata sulla Pianura Padana centro-orientale, con valori massimi tra Veneto e Friuli-Venezia Giulia e sulla Lombardia centrale. Come ci si poteva aspettare, invece, è presente un'area a minore densità da Milano verso Ovest, a causa della lontananza dal mare e a causa della presenza delle colline e dell'Appennino Ligure a Sud.

Infatti nella maggior parte degli eventi temporaleschi che avvengono in estate sul Nord Italia, il vento umido al suolo da sud-est, ingrediente fondamentale per la formazione di tornado mesociclonici, raramente si spinge fino sul Piemonte.

Più a sud appare evidente la maggiore densità di tornado mesociclonici lungo le coste tirreniche rispetto a quelle adriatiche. Altre aree con forti picchi di concentrazione si trovano nella Calabria orientale e nell'est della Puglia.

La mappa di densità dei tornado mesociclonici può essere integrata con quella dei tornado di grado F2 o superiore (figura 12), prestando attenzione alla diversa scala. La maggiore densità viene confermata sulla Pianura Padana centro-orientale, con picchi a Est di Milano, tra Emilia e bassa Lombardia e sul Veneto. Altri valori elevati li troviamo sulla Sardegna occidentale, nell'area di Crotone in Calabria e sulla Sicilia meridionale.

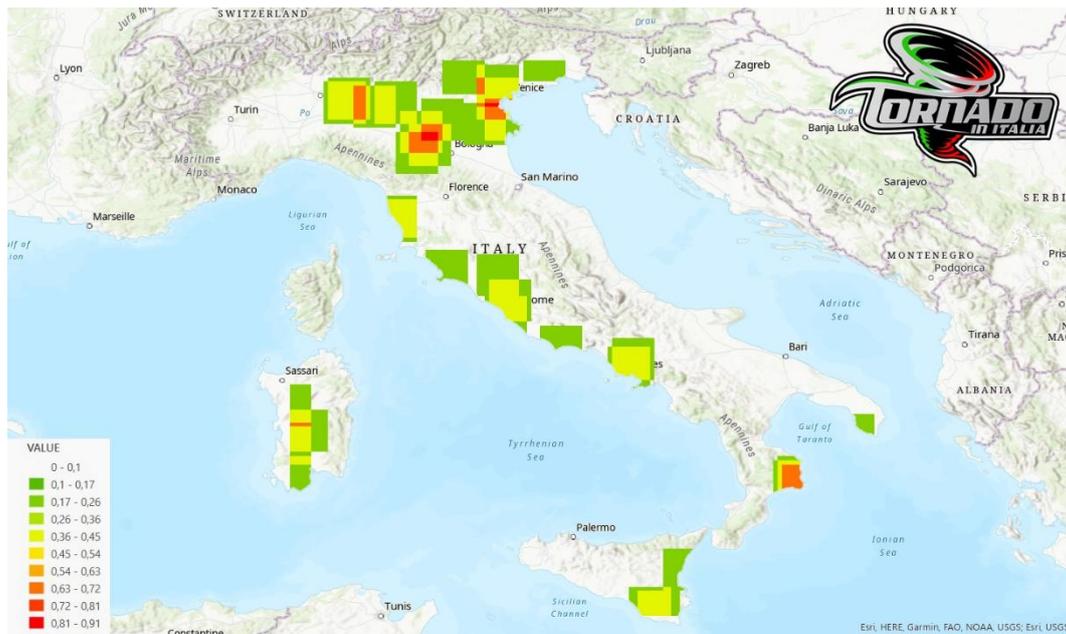


Figura 12: mappa di densità dei tornado di grado F2 o superiore in Italia dal 2014 al 2022

Per i tornado non mesociclonici (figura 13) è interessante notare il massimo nell'area di Genova, probabilmente causato dalla convergenza di venti al suolo che generalmente si forma davanti alle coste in questa zona.

Un numero di tornado decisamente minore è stato registrato poche decine di km ad est e ad ovest.

L'altro massimo presente al nord, sul Veneto meridionale, è probabilmente un massimo "reale", ma risente molto dell'outbreak di tornado del 6 ottobre 2021, in cui nel giro di poche ore ben 10 vortici toccarono il suolo in provincia di Rovigo.

Nelle aree interne del centro Italia la densità è pressoché nulla. Una concentrazione più elevata la troviamo invece tra bassa Toscana e Lazio e sulla Puglia.

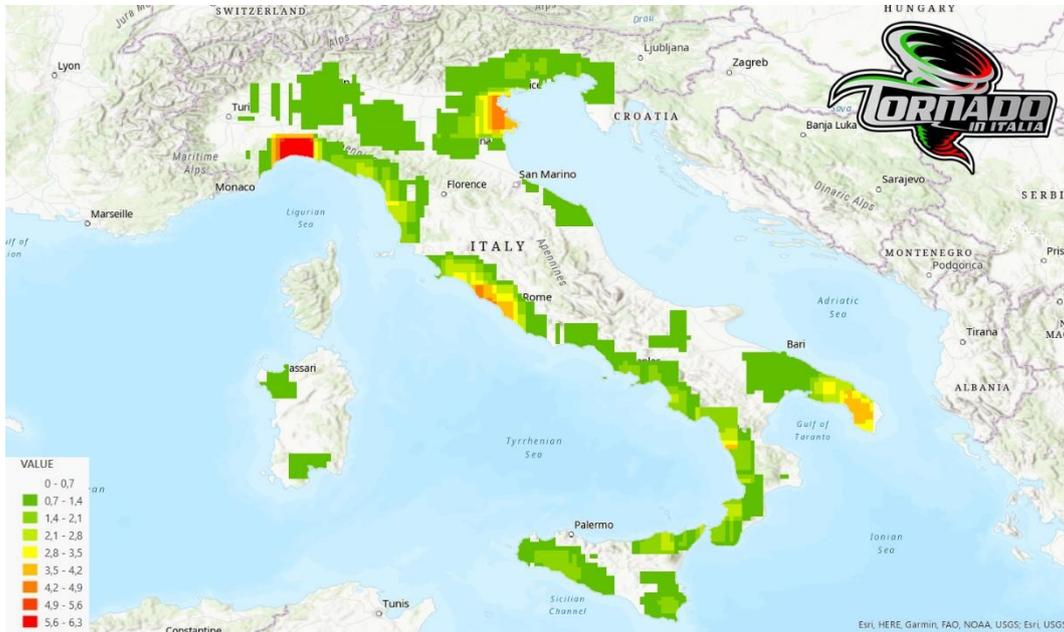


Figura 13: mappa di densità dei tornado non mesociclonici in Italia dal 2014 al 2022

2.3 – Statistiche 2022

Nel 2022 abbiamo registrato 53 tornado sul territorio italiano. Di questi:

- 44 (l'83%) sono stati di origine non mesociclonica;
- 9 (il 17%) sono stati di origine mesociclonica.

Dei vortici non mesociclonici, 25 sono state trombe marine che hanno toccato la costa e 19 tornado completamente su terra.

Per quanto concerne invece i mesociclonici abbiamo 4 landfall e 5 tornado terrestri.

Parlando invece di intensità, i tornado del 2022 sono stati così distribuiti:

- **46 F0 (87%)**
- **6 F1 (11%)**
- **1 F2 (2%)**

L'unico tornado di forte intensità si è verificato il 4 dicembre a Isola di Capo Rizzuto (KR), in Calabria, e si tratta del tornado di grado F2 o superiore più tardivo da quando raccogliamo i dati, nonché del primo F2 durante l'inverno meteorologico (che comprende i mesi di dicembre, gennaio e febbraio).



Figura 14: danni a Isola di Capo Rizzuto (KR), foto di Giovanni Stillitano

Lungo il suo tragitto il tornado calabrese ha asportato la copertura di diverse abitazioni, abbattuto alberi e pali della luce, trascinato auto per metri, e ribaltato alcune roulotte. Particolarmente significativo è un danno causato da un traliccio che ha sfondato la parete esterna di una casa, entrando nel bagno dell'abitazione.

Questo dimostra che è assolutamente sconsigliato stare vicini alle pareti esterne durante il passaggio di un tornado.

La distribuzione dei tornado del 2022 per mese, confrontata con la media mensile del periodo 2014-2021, è mostrata nella figura 15 qui di seguito.

Il 2022 è partito a rilento come produzione di tornado, con i primi 5 mesi che risultano essere sotto la media 2014-2021. Agosto e settembre invece hanno visto un netto recupero in termini numerici, con rispettivamente 14 e 15 eventi, ben sopra la media 2014-2021. Settembre 2022 si colloca al primo posto tra i mesi di settembre più tornadici, a pari merito con il 2020.

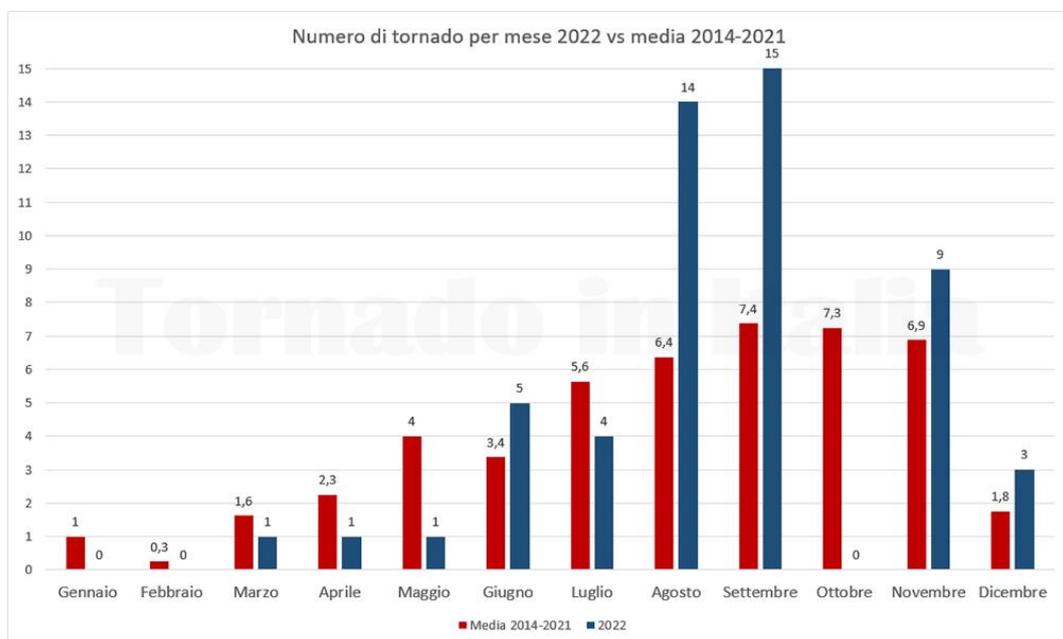


Figura 15: numero di tornado per mese nel 2022 e confronto con la media 2014-2021

Un'altra anomalia di questo anno riguarda il mese di ottobre, generalmente uno dei più ricchi di tornado come possiamo vedere dalla media. Nel 2022 non si è verificato alcun tornado in questo mese.

È la prima volta che accade dall'inizio del nostro lavoro, e la causa è da imputare molto probabilmente al periodo estremamente avaro di ingressi perturbati che ha coinvolto tutto il territorio nazionale.

Negli ultimi due mesi dell'anno poi il ritorno delle perturbazioni ha portato il numero di vortici a salire di nuovo leggermente sopra la media.

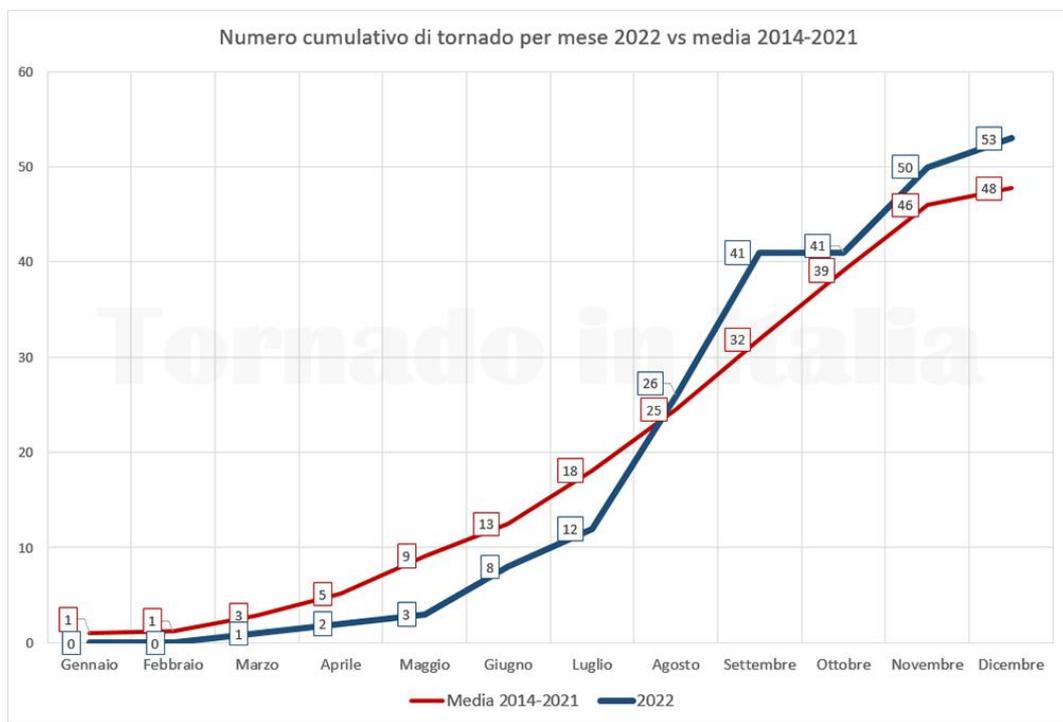


Figura 16: confronto tra il numero cumulativo di tornado per mese nel 2022 e quello della media 2014-2021

La distribuzione spaziale dei tornado nel 2022 (figura 17) vede una prevalenza delle regioni centro-meridionali, in particolare Calabria, Puglia e Sicilia, seguite dalle regioni che si affacciano sul Mar Tirreno (Toscana, Lazio e Campania).

Liguria e Veneto invece, due regioni che negli ultimi anni hanno avuto una media di tornado piuttosto alta (4.6 tornado all'anno la prima e 5.5 la seconda) sono state interessate rispettivamente solo da 2 e 1 tornado.

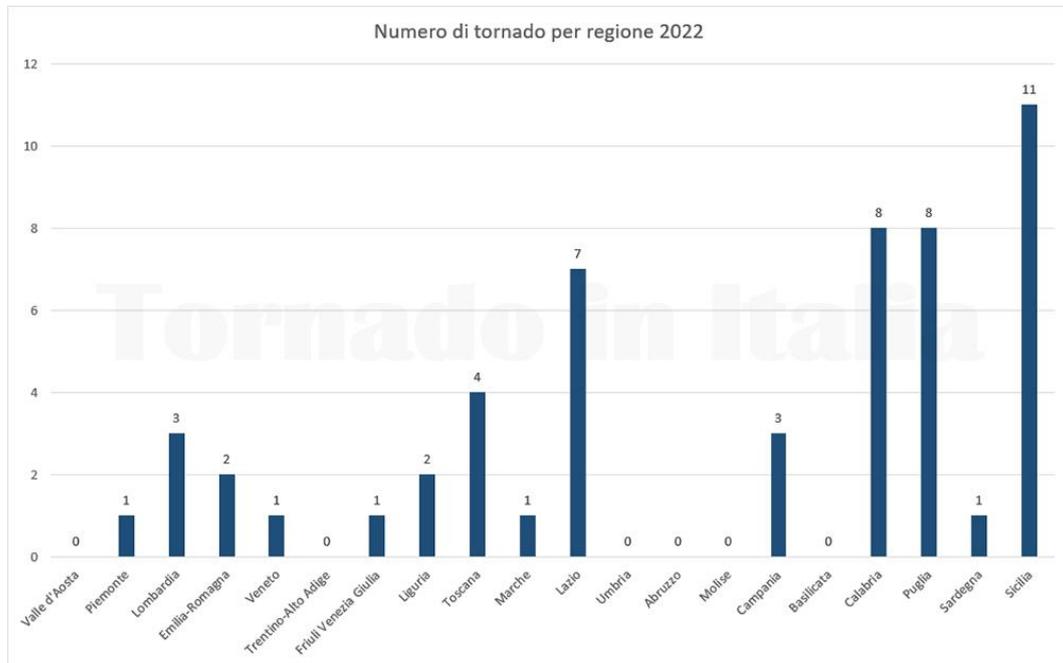


Figura 17: numero di tornado per regione italiana nel 2022

3 – COSA FARE IN CASO DI TORNADO

Un tornado, anche nel nostro Paese, può raggiungere un'intensità tale da danneggiare pesantemente edifici in muratura, sradicare alberi e lanciare oggetti in aria come proiettili.

Cosa fare dunque quando si vede un tornado? La chiave per rimanere al sicuro e limitare al massimo i danni è agire rapidamente.

- **In casa:**

Se ci si trova in casa, non bisogna perdere tempo per cercare di capire se il vortice si sta dirigendo proprio verso di noi o se passerà nelle vicinanze. Oppure peggio ancora, indugiare per scattare foto o registrare video.

La prima cosa da fare è allontanarsi dalle finestre. Infatti eventuali oggetti scagliati in aria dalla forza del tornado ci potrebbero colpire direttamente entrando dai vetri.



Figura 18: allontanarsi dalle finestre se si avvista un tornado

Non serve nemmeno aprire le finestre. Spesso si è diffusa la convinzione che con le finestre chiuse il tornado ci farà esplodere la casa. Questa cosa, sebbene per il calo di pressione che si ha all'interno del vortice avrebbe qualche base fisica, non ha comunque senso. Ci penserà il tornado ad aprire le finestre scagliandoci contro oggetti e detriti.

Quindi dimentichiamoci delle finestre e spostiamoci immediatamente nella stanza più bassa e interna della casa. Se c'è una cantina, o un seminterrato senza finestre, rifugiamoci lì. È il luogo in assoluto più sicuro.

Se invece non ce l'abbiamo allora dobbiamo cercare la stanza più al centro della casa, possibilmente senza finestre, come potrebbe essere per esempio la tromba delle scale.

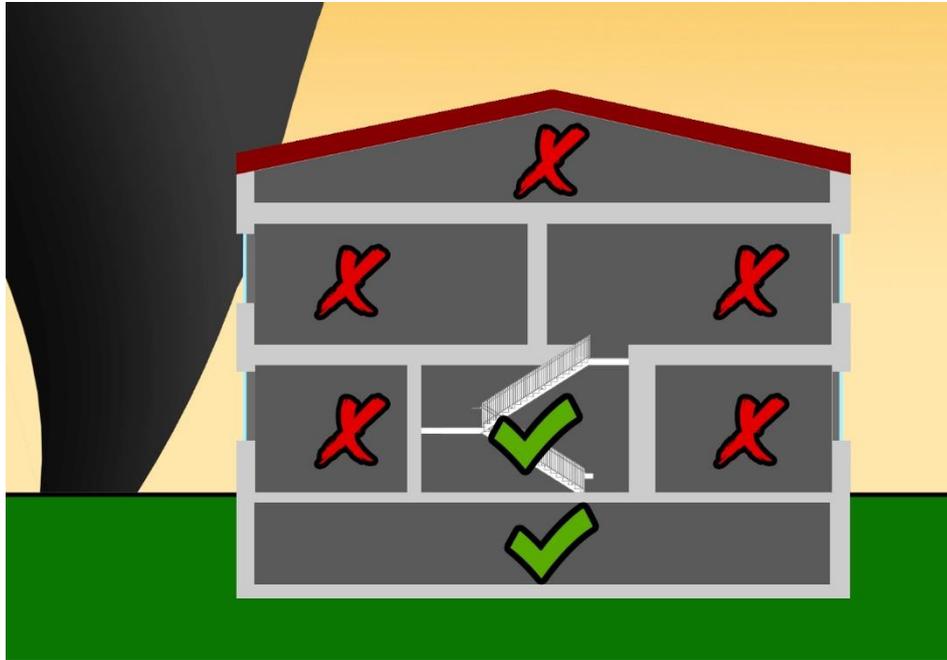


Figura 19: schema delle stanze più sicure nel caso in cui l'abitazione sia colpita dal tornado

Se la casa viene colpita, la cosa migliore da fare è stare in posizione accucciata e proteggersi la testa con le braccia. Rimaniamo nel nostro rifugio fino a 10-15 minuti dopo il passaggio del tornado.

• **In auto:**

Se siamo in auto e vediamo un tornado, non bisogna mai cercare di superare il vortice in velocità, perché questo può essere molto veloce e cambiare direzione improvvisamente. Meglio fermarci appena lo vediamo e, se possibile, guidare nella direzione opposta rispetto al tornado.



Figura 20: Tornado F2 a Bettegno di Pontevico (BS), 19 settembre 2021. Foto di Alessandro Piazza

Prendiamo ad esempio la situazione della foto qui sopra, che si riferisce al tornado di Pontevico (BS) del 19 settembre 2021. Qui il tornado si sta spostando da Ovest verso Est, mentre il nostro stormchaser lo sta intercettando arrivando da Sud-Sud-Ovest. Questo vuol dire che proseguendo lungo l'autostrada e tentando di passare prima di lui, il rischio di finirci dentro sarebbe stato molto alto.

Invece, fermandosi prima e lasciandolo passare, ha potuto avvicinarsi in sicurezza senza mai entrare nel potenziale percorso del vortice. Chiaramente, una manovra del genere possiamo permettercela solo se abbiamo ben presente come si muove il temporale e come siamo orientati nello spazio.

Se invece il tornado puntasse proprio verso di noi e non ci potessimo muovere, come nel caso in cui fossimo bloccati nel traffico, dobbiamo scendere dalla macchina e ripararci in un fosso o in un avvallamento del terreno. Sempre rimanendo in posizione accucciata e riparandoci la testa.

Rimanere nell'auto può essere molto pericoloso perché il rischio è quello di essere lanciati come proiettili assieme alla stessa. In un fosso invece è più probabile che gli argini ci proteggano dai venti più intensi e dai detriti che potrebbero colpirci.

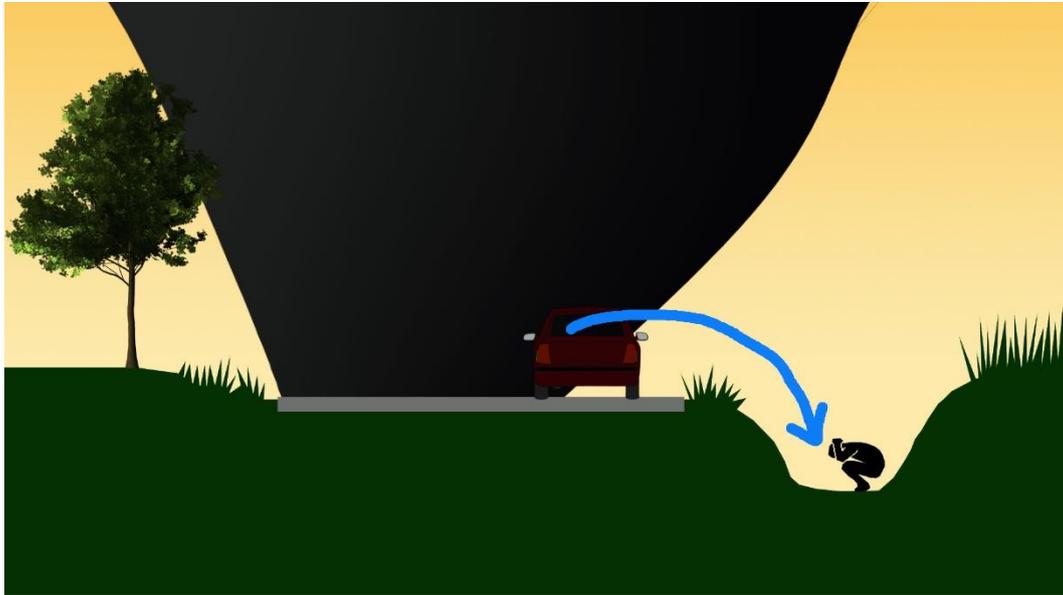


Figura 21: rifugiarsi in un fosso o un avvallamento del terreno se il tornado si dirige verso di noi

E soprattutto, mai cercare riparo sotto un cavalcavia durante un tornado. È un posto molto pericoloso perché il vento può incanalarsi, accelerando e quindi facendoci volare via.

- **All'aperto:**

Se siamo all'aperto, a piedi oppure in bicicletta, se possibile cerchiamo rifugio in un edificio robusto. Nel caso fossimo in campagna invece vale la stessa regola di quando ci troviamo in auto. Cerchiamo riparo in un fosso o un avvallamento.

4 – CONCLUSIONI

Nonostante la siccità che ha colpito l'Italia nell'ultimo anno, nel 2022 si sono registrati 53 tornado, un numero superiore alla media 2014-2021, che è di 48 tornado annuali.



Figura 22: tornado F1 a Civitavecchia (RM), 8 settembre 2022 - foto di Gianluca Perna

La prima parte dell'anno ha avuto uno scarso numero di tornado, a causa delle poche perturbazioni in quel periodo. I mesi di agosto e settembre invece, probabilmente a causa del mare molto caldo (è stata infatti la seconda estate più calda dall'inizio delle misurazioni) e dell'ingresso di alcune perturbazioni atlantiche, hanno registrato un elevato numero di trombe d'aria.

Un'altra anomalia sebbene opposta si è verificata ad ottobre, mese in cui non si sono avuti tornado, con i passaggi perturbati che sono tornati a evitare l'area mediterranea.

5 – RINGRAZIAMENTI

Grazie a Federico Pavan di PRETEMP per la cooperazione nella ricerca di informazioni sugli eventi tornadici.

Grazie a tutti coloro che ci hanno mandato foto, video e segnalazioni sui nostri canali social durante questo anno.

E infine un grazie speciale a tutti voi che ci avete accompagnato in questo lungo percorso di ormai 9 anni. Con il vostro supporto stiamo riuscendo a crescere sempre di più e dare un importante contributo alla divulgazione scientifica sui temporali nel nostro paese.

6 – BIBLIOGRAFIA

- Fujita T.T., Smith T.E. 1991 *“Aerial Survey and Photography of Tornado and Microburst Damage”*
- Texas Tech University (TTU) Wind Science and Engineering (WISE) Center personnel. *A recommendation for an enhanced Fujita scale*. Lubbock, Texas. June 2004
- Palmieri, S., Pulcini A. 1979: *Trombe d’aria sull’ Italia (Tornadoes over Italy)*. Riv. Meteor. Aeronaut., 39, 263–277
- Giajotti, D.B., Giovannoni, M., Pucillo, A., Stel, F. (2007) *The climatology of tornadoes and waterspouts in Italy*. Atmospheric Research
- Miglietta M.M., Matsangouras I.T. *An updated “climatology” of tornadoes and waterspouts in Italy*. Int J Climatol. 2018. 38:3667–3683
- Bagaglini L., Ingrosso R., Miglietta M.M. *Synoptic patterns and mesoscale precursors of Italian tornadoes (2021)*. Atmospheric Research
- Avolio E., Miglietta M.M. *Tornadoes in the Tyrrhenian regions of the Italian peninsula: the case study of 28 July 2019 (2022)*. Atmospheric Research
- Giuliacci, M., Giuliacci, A., Corazzon, P. (2010). *“Manuale di meteorologia”*. Alpha Test
- Cassardo, C.; Formentini, G.; Gobbi, A.; Griffa, A.; Randi, P.; Rosa, D.; *“Temporali e Tornado”*, Alpha Test
- Roberts, Z; Weingart, J. *“The anatomy of severe weather”* (2015)
- Carlon N., De Martin F., Nordio M., Pavan F., Randi P. *“Outbreak tornadici nel Sud Italia”*
- Abinanti V., Carlon N., De Martin F., Gobbi A., Rabito M., Randi P., Rosa D., *“Downburst, Genesi e dinamica, tecniche di monitoraggio, previsione e analisi meteorologica, confronto tra danni da tornado e da downburst”*

- Abinanti V., Bianchino D., Gobbi A., Rabito M., Rosa D., Randi P. et al. *Il tornado di Pianiga, Dolo, Mira dell'8 luglio 2015*
- Gobbi A., Rabito M., Rosa D., Randi P., Pizzolon M. *La violenta grandinata sul vicentino e il tornado sul trevigiano*
- Abinanti V., Gobbi A., Piazza A., Rabito M., Rosa D., Randi P., Venturin G. *La supercella tornadica tra Brescia e Cremona del 6 giugno 2017*
- Pavan F. *Eventi tornadici dell'autunno 2021: 19/09*
- Sito del progetto Tornado in Italia: <https://www.meteotornado.it/>
- Sito sui temporali di Alberto Gobbi: <http://www.fenomenitemporaleschi.it/>
- Sito sullo stormchasing di Alessandro Piazza:
<https://stormyweatheritaly.blogspot.com/>
- Storm Report Meteonetwork: <https://www.meteonetwork.it/tt/stormreport/>
- PRETEMP: <https://www.pretemp.it/>
- European Severe Weather Database: <https://eswd.eu/cgi-bin/eswd.cgi>