

Strumenti di remote sensing e radar meteorologico a supporto dell'agrometeorologia

Radarmeteo Srl, all rights reserved.



Presentazione della società

- Società privata che fornisce servizi meteorologici professionali dal 2007 con sede a Due Carrare (PD).
- Composta da personale specializzato laureato in Fisica, Fisica dell'Atmosfera, Scienze Forestali ed Agrarie, Ingegneria Ambientale.
- Collaboriamo con Gestori della Viabilità e dei Trasporti, Gestori Aeroportuali, Multiutilities, Consorzi di Bonifica, Consorzi di Difesa delle Produzioni Agricole, Assicurazioni, Amministrazioni, Protezione Civile, ecc.

Radarmeteo Srl, all rights reserved.



Pag. 2

Presentazione della società

I servizi offerti coprono tutte le necessità di tipo meteorologico: dalle allerte in fase **previsionale** al **monitoraggio continuo e puntuale in tempo reale**, fino al supporto e alla consulenza per la gestione **post evento**



Pag. 3

Radarmeteo Srl, all rights reserved.

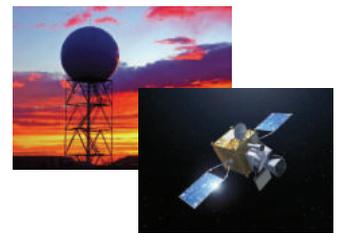
Gli strumenti di misura

Gli strumenti di misura in ambito atmosferico si suddividono in due gruppi principali: **in situ** e **da remoto**

Strumenti IN SITU



Strumenti DA REMOTO



Pag. 4

Radarmeteo Srl, all rights reserved.

Remote Sensing Radar meteorologici

RADAR = RADIO Detection And Ranging

- Sviluppato per la prima volta in UK
- Utilizzato inizialmente per rilevare gli aerei durante la seconda guerra mondiale
- Le precipitazioni erano considerate un disturbo
- Dagli anni '60 se ne è capita l'importanza proprio per questa capacità di individuarle
- Dagli anni '80 la digitalizzazione e l'automazione hanno contribuito a migliorarne la risoluzione, qualità e copertura

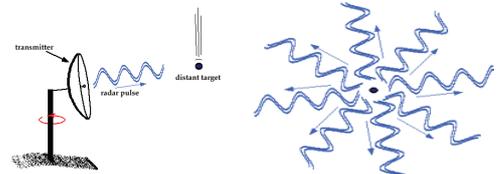


Pag. 5

Radarmeteo Srl, all rights reserved.

Remote Sensing Radar meteorologici

Il radar rileva le precipitazioni grazie all'eco di ritorno delle particelle liquide o solide
Solo una piccola frazione dell'energia ritorna all'antenna



Pag. 6

Radarmeteo Srl, all rights reserved.

Remote Sensing
Radar meteorologici



ANTENNA

- Direzione l'energia trasmessa in un fascio
- Ruota mandando un flusso di impulsi
- Raccoglie l'energia riflessa

RADOME

- Protegge l'antenna da vento e pioggia



Remote Sensing
Radar meteorologici



Il Radar misura la RIFLETTIVITA' (Z) della precipitazione
La riflettività è legata alla dimensione delle gocce

$$Z \propto \sum D_i^6$$

Gocce grandi → pioggia intensa
Gocce piccole → pioviggine

Gocce di dimensioni maggiori hanno maggiori velocità verticali → più acqua raggiunge la superficie
Gocce di dimensioni minori hanno velocità verticali minori → rimangono in sospensione più a lungo

E' stata trovata una relazione empirica:
 $Z = aR^b$
 Z = riflettività (mm⁶ m⁻³)
 R = intensità di precipitazione (mm h⁻¹)

In genere viene sovrastimata la pioggia molto intensa e sottostimata quella molto debole.
I coefficienti a e b dipendono dal tipo di precipitazione (convettiva o stratiforme), posizione geografica e periodo dell'anno.

Remote Sensing
Radar meteorologici



Relationship	Optimum for:	Also recommended for:
Marshall-Palmer (Z=200R ^{1.6})	General stratiform precipitation	
East-Cool Stratiform (Z=130R ^{2.0})	Winter stratiform precipitation - east of continental divide	Orographic rain - East
West-Cool Stratiform (Z=75R ^{2.0})	Winter stratiform precipitation - west of continental divide	Orographic rain - West
WSR-88D Convective (Z=300R ^{1.4})	Summer deep convection	Other non-tropical convection
Rosenfeld Tropical (Z=250R ^{1.2})	Tropical convective systems	

Remote Sensing
Radar meteorologici



Reflectivity	Marshall-Palmer (Z=200R ^{1.6})	East-Cool Stratiform (Z=130R ^{2.0})	West-Cool Stratiform (Z=75R ^{2.0})	WSR-88D Convective (Z=300R ^{1.4})	Rosenfeld Tropical (Z=250R ^{1.2})
15 dBZ	0.25 mm h ⁻¹	0.51 mm h ⁻¹	0.76 mm h ⁻¹	<0.25 mm h ⁻¹	<0.25 mm h ⁻¹
20 dBZ	0.76 mm h ⁻¹	1.02 mm h ⁻¹	1.27 mm h ⁻¹	0.51 mm h ⁻¹	0.51 mm h ⁻¹
25 dBZ	1.27 mm h ⁻¹	1.52 mm h ⁻¹	2.03 mm h ⁻¹	1.02 mm h ⁻¹	1.27 mm h ⁻¹
30 dBZ	2.79 mm h ⁻¹	2.79 mm h ⁻¹	3.56 mm h ⁻¹	2.29 mm h ⁻¹	3.30 mm h ⁻¹
35 dBZ	5.59 mm h ⁻¹	4.83 mm h ⁻¹	6.60 mm h ⁻¹	5.33 mm h ⁻¹	8.38 mm h ⁻¹
40 dBZ	11.43 mm h ⁻¹	8.89 mm h ⁻¹	11.68 mm h ⁻¹	12.19 mm h ⁻¹	21.59 mm h ⁻¹
45 dBZ	23.62 mm h ⁻¹	15.49 mm h ⁻¹	20.58 mm h ⁻¹	27.94 mm h ⁻¹	56.39 mm h ⁻¹
50 dBZ	48.51 mm h ⁻¹	27.69 mm h ⁻¹	36.58 mm h ⁻¹	63.50 mm h ⁻¹	147.32 mm h ⁻¹
55 dBZ	99.82 mm h ⁻¹	49.28 mm h ⁻¹	65.02 mm h ⁻¹	144.27 mm h ⁻¹	384.56 mm h ⁻¹
60 dBZ	204.98 mm h ⁻¹	87.63 mm h ⁻¹	115.57 mm h ⁻¹	328.42 mm h ⁻¹	1004.06 mm h ⁻¹

Remote Sensing
Radar meteorologici



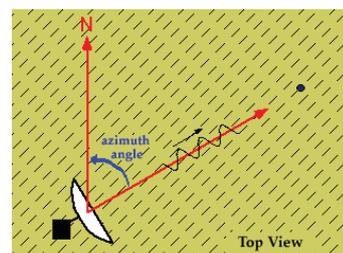
Il radar, per determinare la posizione di un bersaglio (goccia di pioggia-fiocco di neve...) necessita di tre informazioni:

- l'angolo di azimuth
- L'angolo di elevazione
- La distanza del bersaglio

Remote Sensing
Radar meteorologici

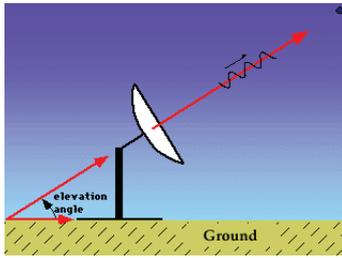


Angolo di azimuth: angolo del fascio rispetto al nord

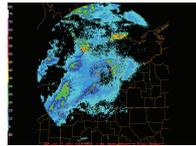
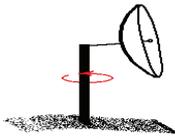
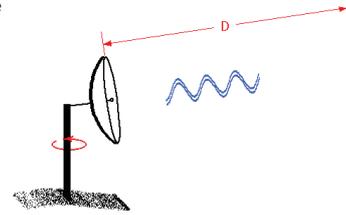




Angolo di elevazione: angolo del fascio rispetto al suolo

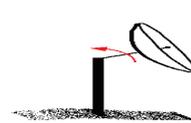
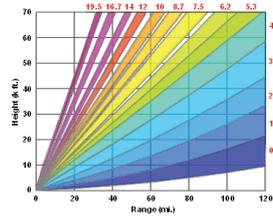


Distanza del bersaglio: $D = cT/2$
T = tempo di volo dell'impulso;
c = velocità della luce



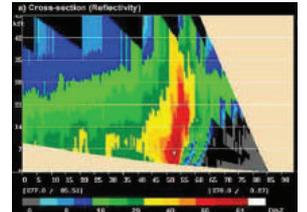
Scansione PPI (Plan Position Indicator)

- L'antenna ruota di 360° a un angolo di elevazione costante (l'angolo di azimuth varia)
- Permette di rilevare e determinare l'intensità della precipitazione entro un certo raggio dal radar
- E' l'output più diffuso
- Il radar viene direzionato sopra l'orizzonte
- Il fascio guadagna altitudine allontanandosi dal radar
- Il fascio generalmente si espande allontanandosi dal radar



Scansione RHI (Range Height Indicator)

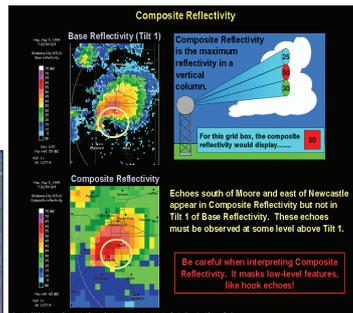
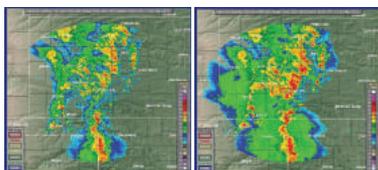
- L'angolo di azimuth è costante
- L'angolo di elevazione varia
- Utilizzato per visualizzare sezione di temporali specifici



Immagini di riflettività

- Base:
- 0.5° di elevazione
 - Mostra le precipitazioni solo all'elevazione minore
 - Possibile sottostima dei temporali violenti

- Composita:
- Mostra per ogni pixel il massimo di riflettività di tutte le scansioni
 - Miglior stima dell'intensità di precipitazione



Nuovo mosaico radar nazionale

- Vengono utilizzati circa 40 radar nazionali e di confine
- Dati per ogni km² di territorio
- Visualizzazione interattiva delle precipitazioni in tempo reale
- Archivio storico



Remote Sensing
Radar meteorologici



Visualizzazione di dettaglio dei fenomeni severi. Tornado in Veneto dell'8 luglio 2015.

Remote Sensing
Radar meteorologici



Visualizzazione di dettaglio dei fenomeni severi. Alluvione sulla Liguria del 25 ottobre 2011.

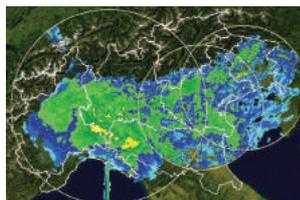
Remote Sensing
Differenze satellite-radar



Remote Sensing
Radar meteorologici



Precipitazioni stratiformi



Precipitazioni deboli o moderate molto estese

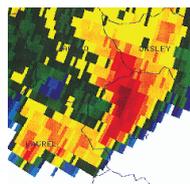
Precipitazioni convettive



Precipitazioni intense su aree ristrette

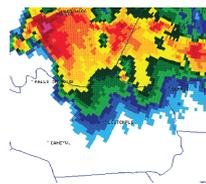
I fenomeni temporaleschi inoltre sono evidenziati soprattutto dall'attività elettrica!

Remote Sensing
Radar meteorologici



60dBz massimi
Zero termico a 2100m

Grandine?



65dBz massimi
Zero termico a 5200m

→ Chicchi di grandine grandi come palline da golf

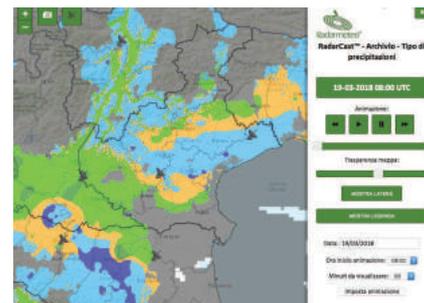
→ Niente grandine

La riflettività non basta, bisogna guardare anche lo zero termico

Remote Sensing
Radar meteorologici: tipo di precipitazione



Visualizzazione interattiva del tipo di precipitazione



Remote Sensing
Radar meteorologici: il prodotto nowcasting



Nowcasting Radar

Integrazione tra dati radar e indicazioni modellistiche sulla direzione e intensità dei venti a varie quote dell'atmosfera

previsione a breve termine (3 ore) dello spostamento delle precipitazioni



Remote Sensing
Radar meteorologici: precipitazione accumulata (QPE)

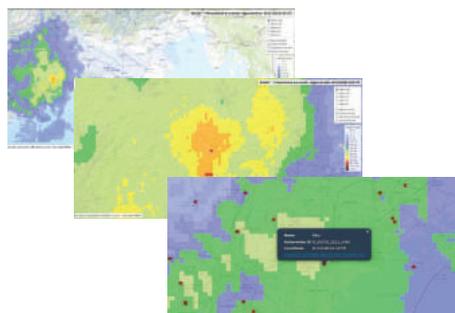


RainGis™

Per ottenere una stima accurata su ogni km² si integrano i dati delle reti pluviometriche e radar meteorologiche presenti sul territorio nazionale.



Remote Sensing
Radar meteorologici: precipitazione accumulata (QPE)



Precipitazione accumulata elaborata tramite l'integrazione dei dati radar con i dati delle stazioni pluviometriche che del nord Italia.

APP CAMBIAGRI

Un servizio innovativo d'informazione per gli agricoltori lombardi



APP CAMBIAGRI
Obiettivi



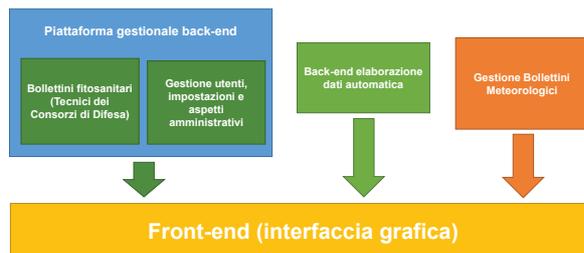
Nell'ambito del FEASR-Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, Radarmeteo, con i Consorzi di Difesa di Mantova-Cremona, Lombardia Nord-Est e Pavia, ha iniziato lo sviluppo della APP CAMBIAGRI. L'applicazione si prefigge di conseguire i seguenti obiettivi di carattere generale:

- Fornire informazioni che migliorino la gestione delle coltivazioni in termini di produttività e sostenibilità ambientale ed economica;
- Promuovere l'utilizzo di tecniche di agricoltura conservativa, di precisione e di gestione delle emissioni;
- Aumentare la consapevolezza degli agricoltori riguardo al tema dei cambiamenti climatici, aiutandoli a mitigarne gli effetti sulle loro attività.

L'applicazione fornirà informazioni puntuali ed aggiornate inerenti ai seguenti temi:

- **Fitosanitario**, gestito dai Condifesa della Lombardia aderenti al progetto;
- **Meteorologico**, gestito da Radarmeteo;

APP CAMBIAGRI
Struttura del software



APP CAMBIAGRI
Contenuti



Informazioni agronomiche e fitosanitarie:

- Bollettini fitosanitari aggiornati e consigli agronomici;
- News, organizzazione convegni, seminari e corsi formativi

Informazioni meteorologiche:

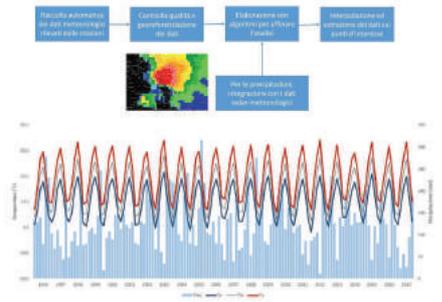
- La APP gestisce le informazioni meteorologiche a livello **puntuale**: l'agricoltore potrà inserire **fino a 5 località d'interesse** sulle quali verrà declinata l'informazione agrometeorologica composta dai seguenti servizi:
 - Dati storici e *near realtime*;
 - Alert di prossimità temporali (notifiche *PUSH*);
 - Meteogrammi previsionali;
 - Bollettini meteorologici areali.



APP CAMBIAGRI
Dati meteo storici e near realtime



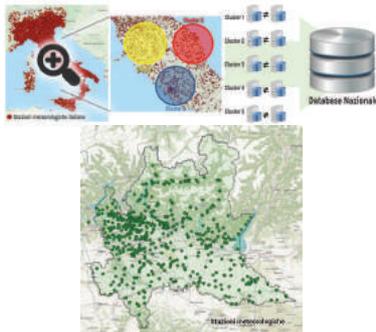
- Disponibili sulla APP gli ultimi **10 giorni** dei valori di **temperatura** (min e max) e **precipitazione giornaliera** per le località impostate
- Elaborazione a partire dai dati di **stazioni al suolo** e da reti di **remote sensing**
- Dati sulle **posizioni aziendali** come se vi fosse installata un **stazione «virtuale»**



APP CAMBIAGRI
Dati meteo near realtime: stazioni al suolo



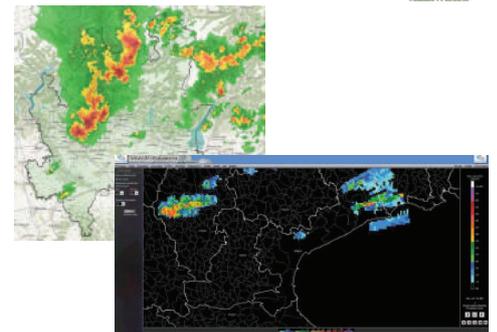
- I dati delle stazioni meteorologiche sono raccolti nel **PRIMO DATABASE NAZIONALE UNIFICATO** di dati meteorologici certificati, ufficiali ed a norma OMM.
- Circa **400 stazioni** sul territorio regionale lombardo per la misura delle variabili di **temperatura** e **precipitazione**



APP CAMBIAGRI
Dati meteo near realtime: dati radar meteorologici



- Il radar rileva le **precipitazioni** grazie all'eco di ritorno emesso dalle particelle liquide o solide colpite dalla radiazione inviata dall'antenna
- Informazione spaziale su **tutti i punti del territorio** con risoluzioni dell'ordine di **1km²**
- L'**aggiornamento frequente**, ogni 10 minuti, consente di seguire l'evoluzione del fenomeno in maniera costante
- Utile per **individuare la pioggia causata da temporali isolati**



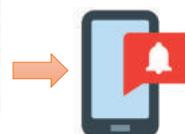
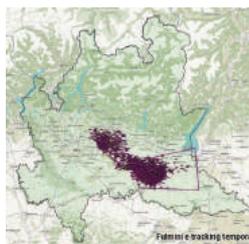
APP CAMBIAGRI
Notifiche temporali: la rete di rilevamento fulmini



- Rilevazione dei **fulmini** mediante una rete mondiale di sensori.
- La nuova rete nazionale è stata implementata dalla **Earth Networks** in collaborazione con la **Radarmeteo**.
- Rilevazione dei fulmini **CC** (cloud to cloud), degli **IC** (intra-cloud) e dei **CG** (cloud to ground).
- La rilevazione dei CC e IC è di fondamentale importanza per il **tracciamento** e la **previsione** dei fenomeni temporaleschi (intensità e direzione di spostamento).



APP CAMBIAGRI
Notifiche temporali: caratteristiche



- Invio **notifica per temporale** entro una distanza predefinita dai punti di interesse.
- Invio **notifica per forte temporale** in avvicinamento ai punti di interesse.
- Monitoraggio continuo dei fenomeni temporaleschi e dei fenomeni ad essi collegati.
- Invio **alert automatico** tramite notifiche push sullo smartphone.

APP CAMBIAGRI
Dati previsionali puntuali: i meteogrammi



- Le previsioni sono elaborate dal modello WRF –NEMS ad alta risoluzione
- Previsioni meteo su tutto il territorio della Lombardia riferite alle località impostate dall'agricoltore nella APP
- Visualizzazione dell'andamento orario previsto per i successivi 7 giorni
- Variabili meteorologiche: temperatura, umidità, precipitazione (accumulata, tipo e probabilità), velocità e direzione del vento.

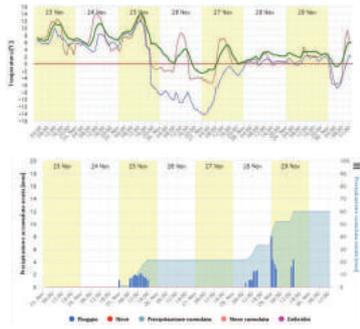


Fig. 37

APP CAMBIAGRI
Bollettini meteo



- Bollettini meteorologici per aree meteorologiche omogenee redatti da meteorologi professionisti
- Focus su eventi intensi e di grande impatto sull'agricoltura (gradinate, gelate, precipitazioni abbondanti, venti forti ecc.)
- Linguaggio chiaro e semplice, icone di immediata comprensione
- Aggiornamento quotidiano durante la stagione vegetativa (marzo-ottobre)
- Affiancano le previsioni puntuali a livello aziendale per fornire un quadro più completo



Fig. 38

APP CAMBIAGRI
Registrazione e primo accesso



Dopo aver installato l'applicazione, al primo accesso vengono chiesti:

- Nome,
- Cognome,
- Azienda,
- Località d'interesse (in un secondo momento possono essere aggiunte fino a 5 località d'interesse).

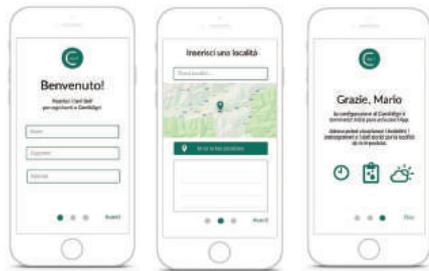


Fig. 39

APP CAMBIAGRI
Il menù



Il menù di sinistra consente di accedere a tutte le sezioni:

- Profilo,
- Filtri (produzioni e provincia)
- Località,
- Credits.

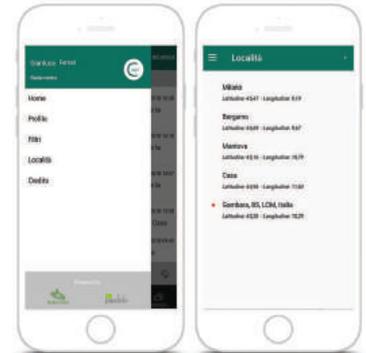


Fig. 40

APP CAMBIAGRI
La sezione delle notifiche



Le notifiche riguardano:

- News (eventi, seminari ecc.),
- Informazioni fitosanitarie (bollettini, consigli agronomici ecc.),
- Alert meteo,
- Alert temporali.

I filtri impostati consentono di ricevere solo le informazioni relative alle colture e alle zone geografiche di proprio interesse



Fig. 41

APP CAMBIAGRI
Dati meteo



Vengono forniti 2 tipologie di dati meteo:

- Dati meteo degli ultimi 10 giorni:
 - Temperatura minima,
 - Temperatura massima,
 - Precipitazione giornaliera,
 - Raffica massima giornaliera.
- Dati meteo previsionali (prossimi 7 giorni):
 - Temperatura,
 - Precipitazione,
 - Umidità,
 - Velocità e direzione del vento.

I dati forniti sono relativi alle località impostate nell'apposita sezione.



Fig. 42

APP CAMBIAGRI
Bollettino meteo regionale

Nella sezione **bollettino meteorologico** è possibile consultare la previsione a tre giorni elaborata dai meteorologi di Radarmeteo.

Il bollettino è composto da:

- **Commento** del meteorologo,
- **Mappa** della regione Lombardia suddivisa in 7 zone meteo-climatiche omogenee colorate in base all'intensità dell'evento meteorologico caratteristico della giornata,
- **Tabella** riassuntiva dei livelli di allerta per ciascuna area meteo-climatica.



APP CAMBIAGRI
Statistiche utilizzo stagione vegetativa 2018

- **Numero utenti APP: 500**
- Bollettini meteo pubblicati: 230
- Bollettini fitosanitari pubblicati: 60
- Numero di località impostate dagli utenti: 700
- Notifiche temporali inviate: 45.000



APP CAMBIAGRI
Compatibilità e accessibilità

- L'applicazione viene sviluppata per smartphone e tablet iOS e Android
- **Disponibile gratuitamente su App Store (iOS) e Google Play Store (Android)**



Grazie per l'attenzione

Radarmeteo Srl
Via IV Novembre, 119
35020 - Due Carrare (PD), Italia
Tel./Fax +39 049 91 25 902
C.F./P. IVA 04172760284
www.radarmeteo.com