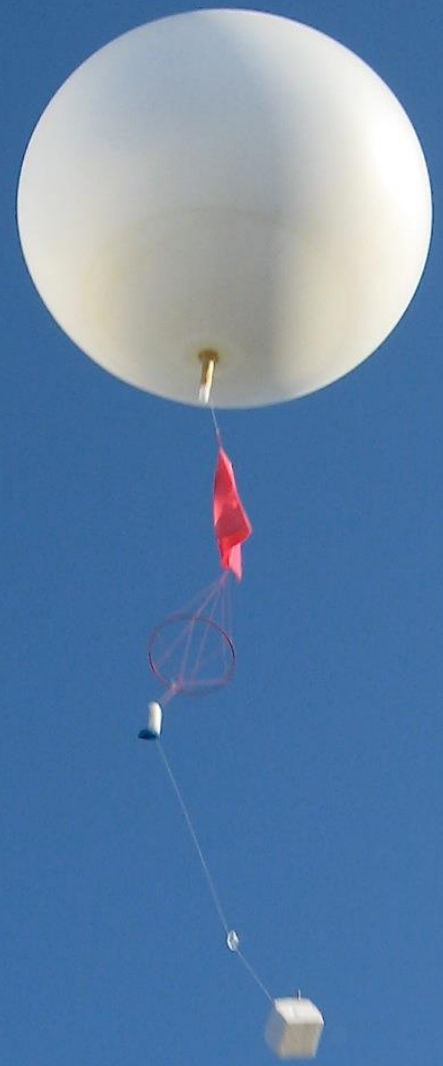
RADIOSONDE

Ricerca e riprogrammazione a scopo radioamatoriale

Di Matteo Cussigh IV3HQC e Riccardo Centis IV3CVN

Meeting Alpe Adria 2019



Cos’è una radiosonda

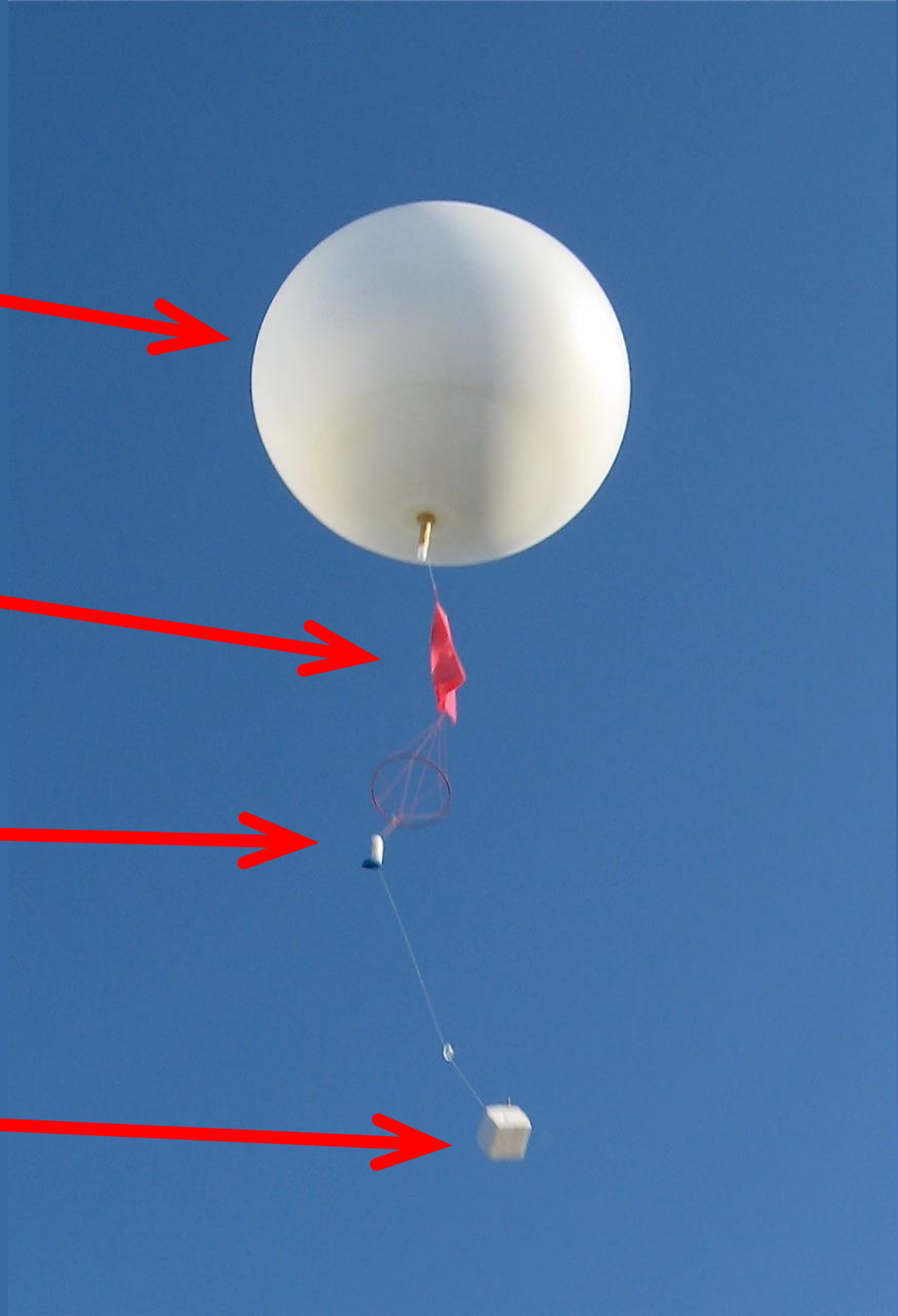
- Una piccola stazione meteo abbinata ad un trasmettitore
- La radiosonda è collegata ad un pallone riempito di elio
- Il pallone vola e a una certa quota (30km circa) esplode a causa della differenza di pressione
- In discesa di apre un paracadute fino a giungere al suolo
- Durante l’ascesa, segue un percorso che cambia in base alla direzione e alla forza dei venti in quota
- Trasmette la posizione gps unita a parametri meteo ogni tot secondi.

PALLONE

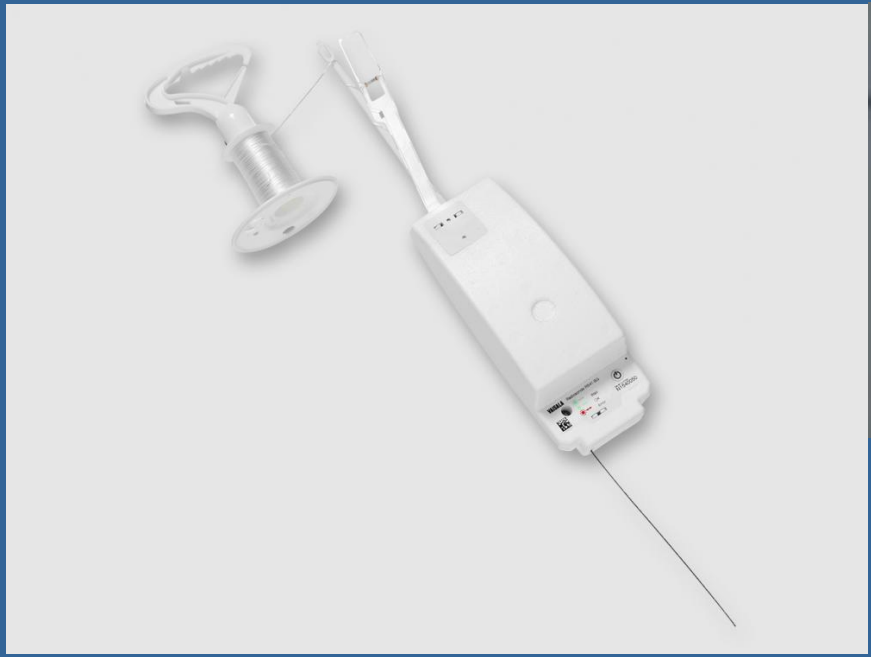
PARACADUTE

ROCCHETTO FILO

RADIOSONDA



TIPI DI RADIOSONDE



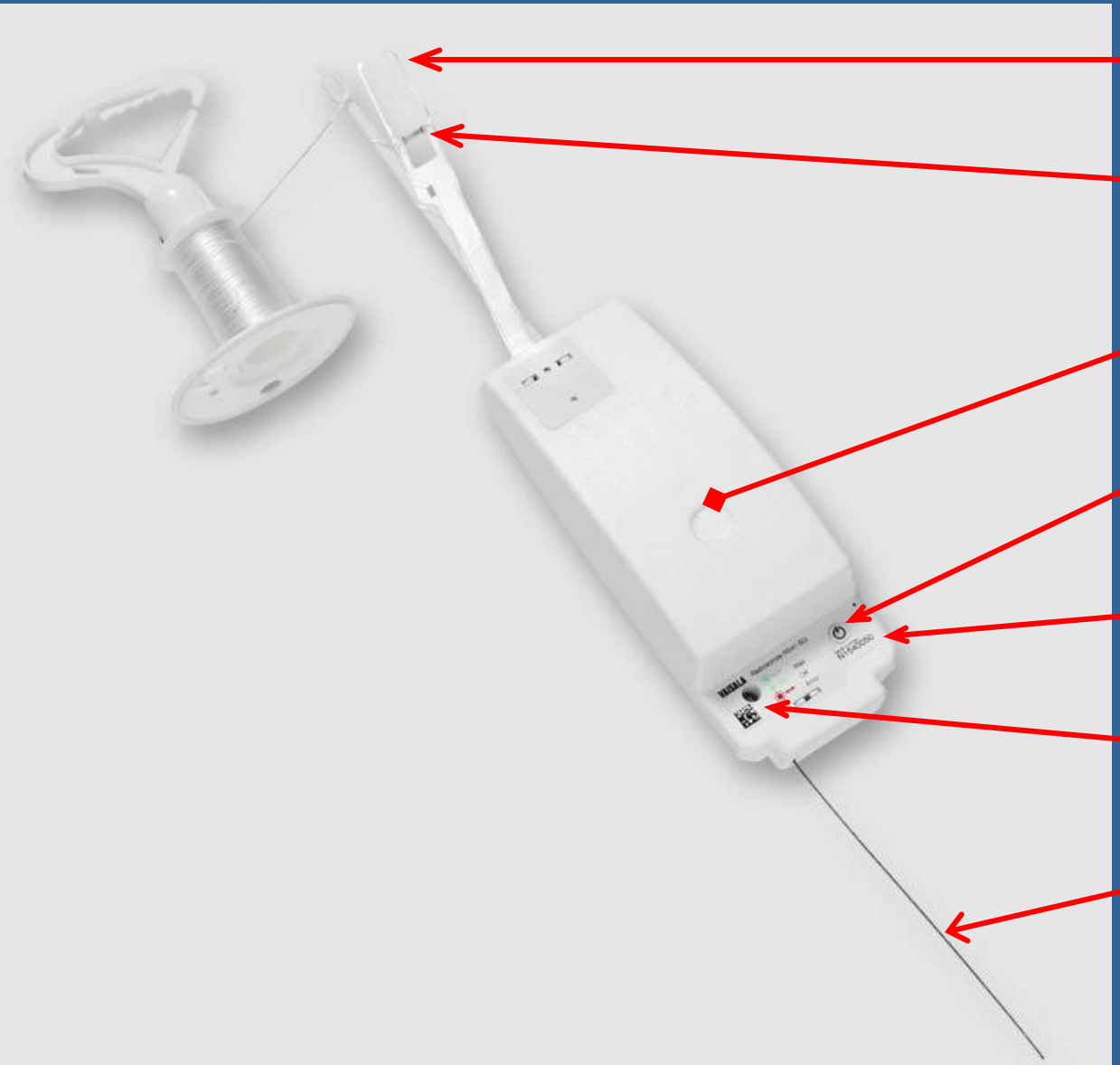
Vaisala RS-41

Meteomodem M10

Vaisala RS-92

GREW DFM 09

Vaisala RS41



SENSORE TEMPERATURA

SENSORE UMIDITÀ

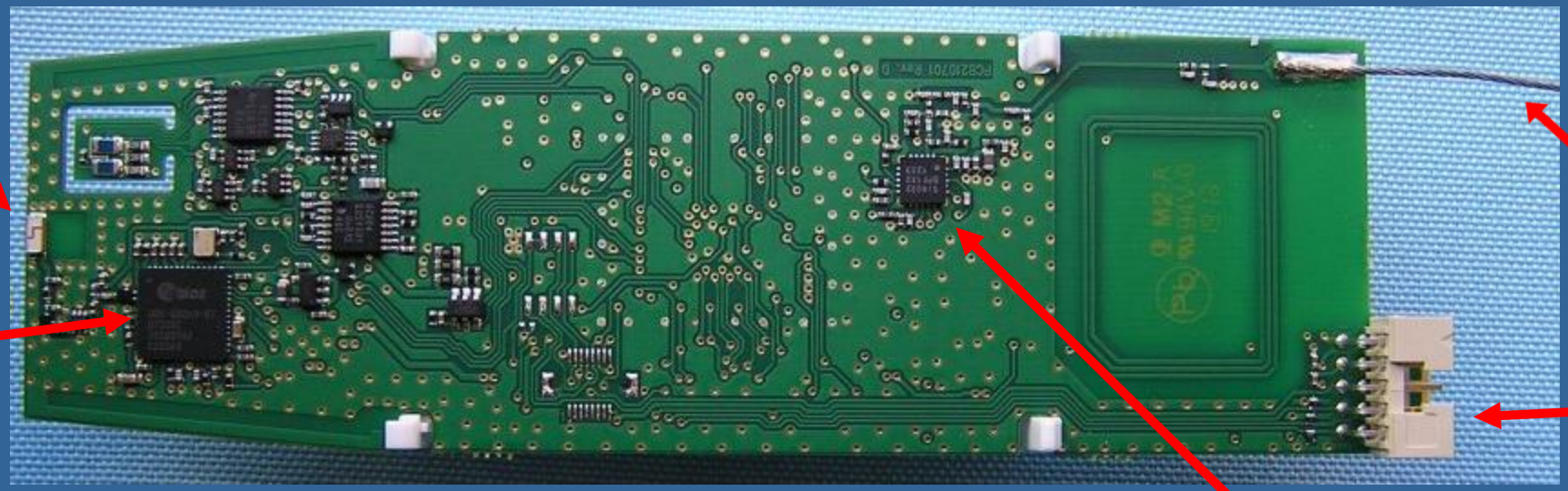
INVOLUCRO POLISTIROLO

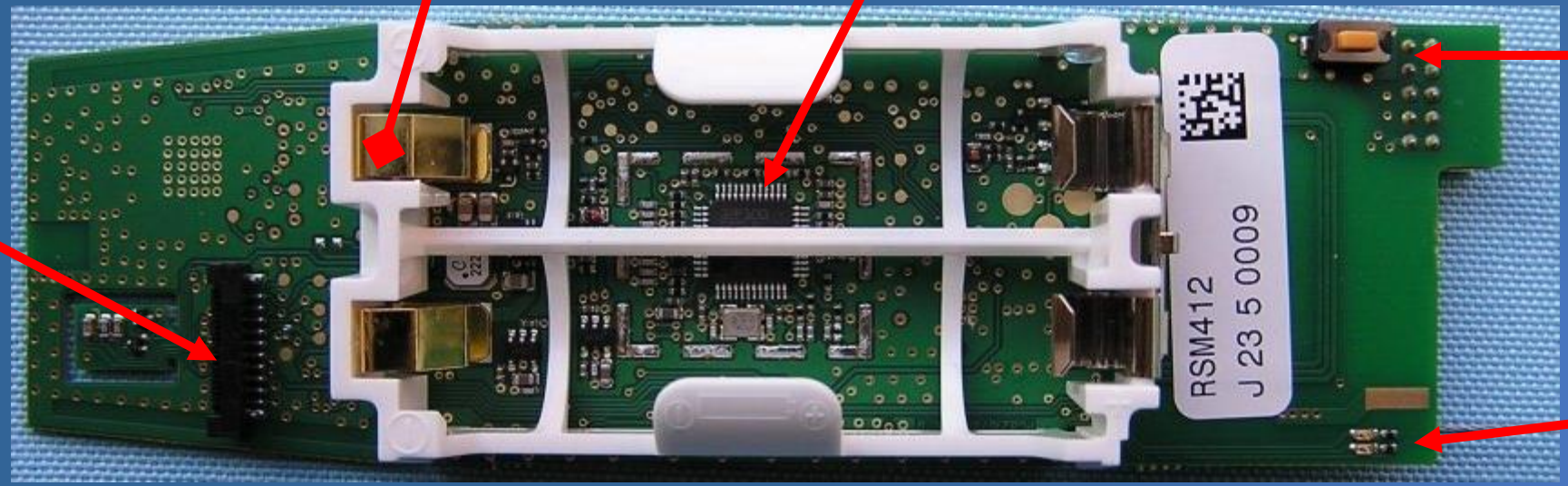
PULSANTE ON/OFF

NUMERO DI SERIE

LED DI STATO

ANTENNA


ANTENNA GPS
CHIP GPS UBLOX
UBX-G6010-ST
ANTENNA
CONNETTORE
PROGRAMMAZIONE
Si4032 CHIP
TRASMETTITORE


ALLOGGIO BATTERIE
ST STM32F100
MICROCONTROLLOR
E 16 BIT
PULSANTE ON/OFF
ALLOGGIAMENTO
STRIP SENSORI
METEO
LED DI STATO
RSM412
J 23 5 0009

Measurements

Measurement cycle	1 s
Temperature Sensor	**Type: Platinum Resistor**
Measurement range	+60 °C to -95 °C
Resolution	0.01 °C
Response time (63.2%, 6 m/s flow, 1000 hPa)[1)]	0.5 s
Stability (1 year / 3 years)	< 0.05 °C / < 0.1 °C
Accuracy:	
Repeatability in calibration	0.1 °C
Combined uncertainty after ground preparation	0.2 °C
Combined uncertainty in sounding < 16 km	0.3 °C
Combined uncertainty in sounding > 16 km	0.4 °C
Reproducibility in sounding [2)]	
> 100 hPa	0.15 °C
< 100 hPa	0.30 °C
Humidity Sensor	**Type: Thin-Film Capacitor**
Measurement range	0 to 100 %RH
Resolution	0.1 %RH
Response time:	
6 m/s, 1000 hPa, +20 °C	< 0.3 s
6 m/s, 1000 hPa, -40 °C	< 10 s
Accuracy:	
Repeatability in calibration	2 %RH
Combined uncertainty after ground preparation	3 %RH
Combined uncertainty in sounding	4 %RH
Reproducibility in sounding [2)]	2 %RH
Pressure	**Type: Calculated from GPS**
Measurement range	From surface pressure to 3 hPa
Resolution	0.01 hPa
Accuracy:	
Combined uncertainty / Reproducibility in sounding [2)]	
> 100 hPa	1.0 hPa / 0.5 hPa

Telemetry

Transmitter type	Synthesized
Frequency band	400.15 – 406 MHz
Tuning range	400.16 – 405.99 MHz
Maximum transmitting range	Up to 350 km
Frequency stability, 90 % probability	±2 kHz
Deviation, peak-to-peak	4.8 kHz
Emission bandwidth	According to EN 302 054
Output power (high-power mode)	Min. 60 mW
Sideband radiation	According to EN 302 054
Modulation	GFSK
Data downlink	4800 bit/s
Frequency setting	Wireless with ground check device

GPS Receiver (SA Off, PDOP<4)

Number of channels	≥ 48
Frequency	1575.42 mHz, L1 C/A code
Cold start Acquisition Time	35 s (nominal)
Reacquisition Time	1 s (nominal)
Correction	Differential
Reporting resolution of lat, lon position values	1e-8°

Operational Data

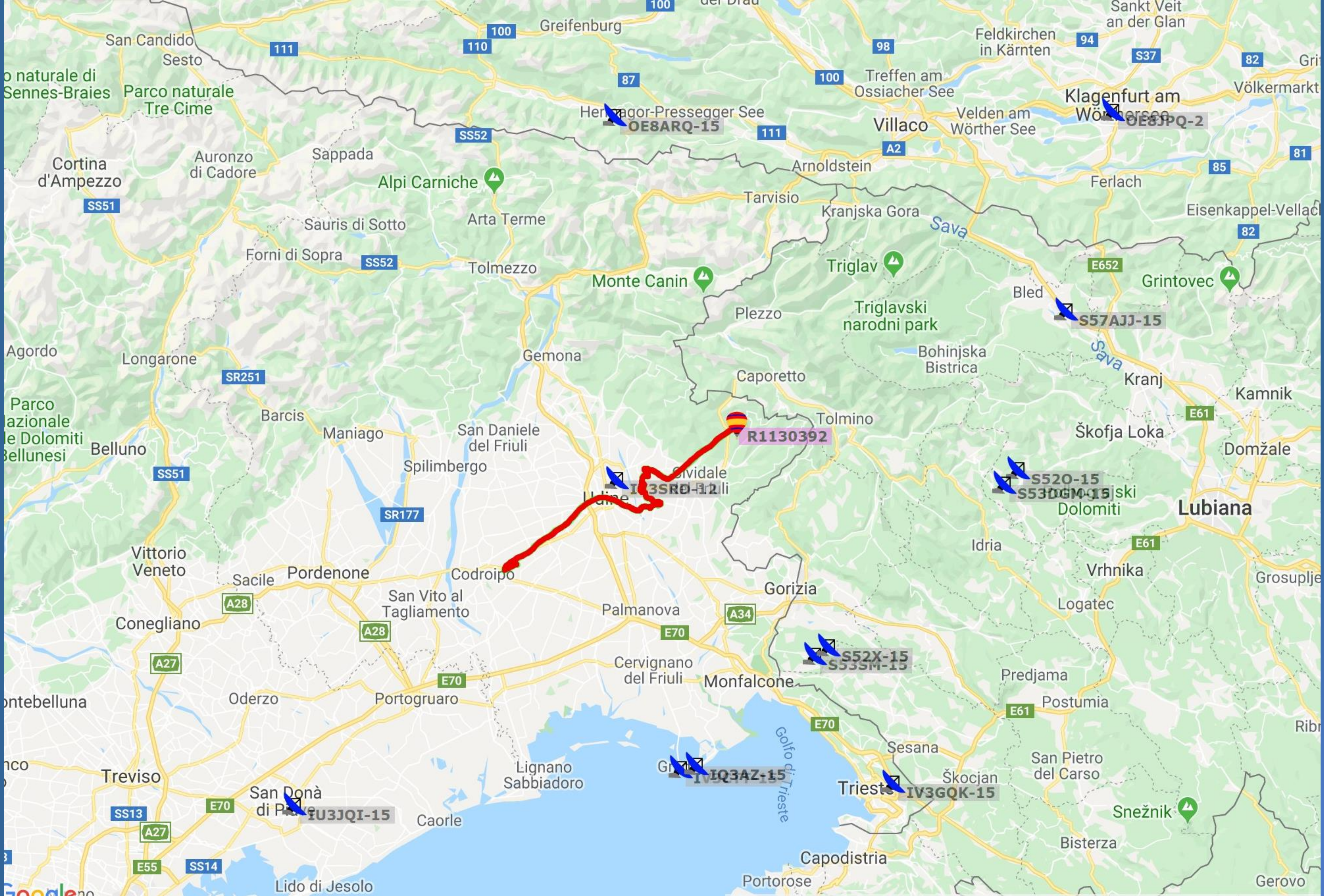
Power-up	Wireless with ground check device or with switch
Factory calibration	Stored on Flash memory
Battery	2 pcs AA-size Lithium cells
Operating time	> 240 min
Weight EPS / plastic covers	80 g / 109 g
Dimensions [1)]	Body (L × W × H): 155 × 63 × 46 mm Sensor boom bent (L × W × H): 282 × 63 × 104 mm

La radiosonda trasmette al suolo pacchetti in formato proprietario Vaisala a 4800 baud GFSK, con le seguenti informazioni:

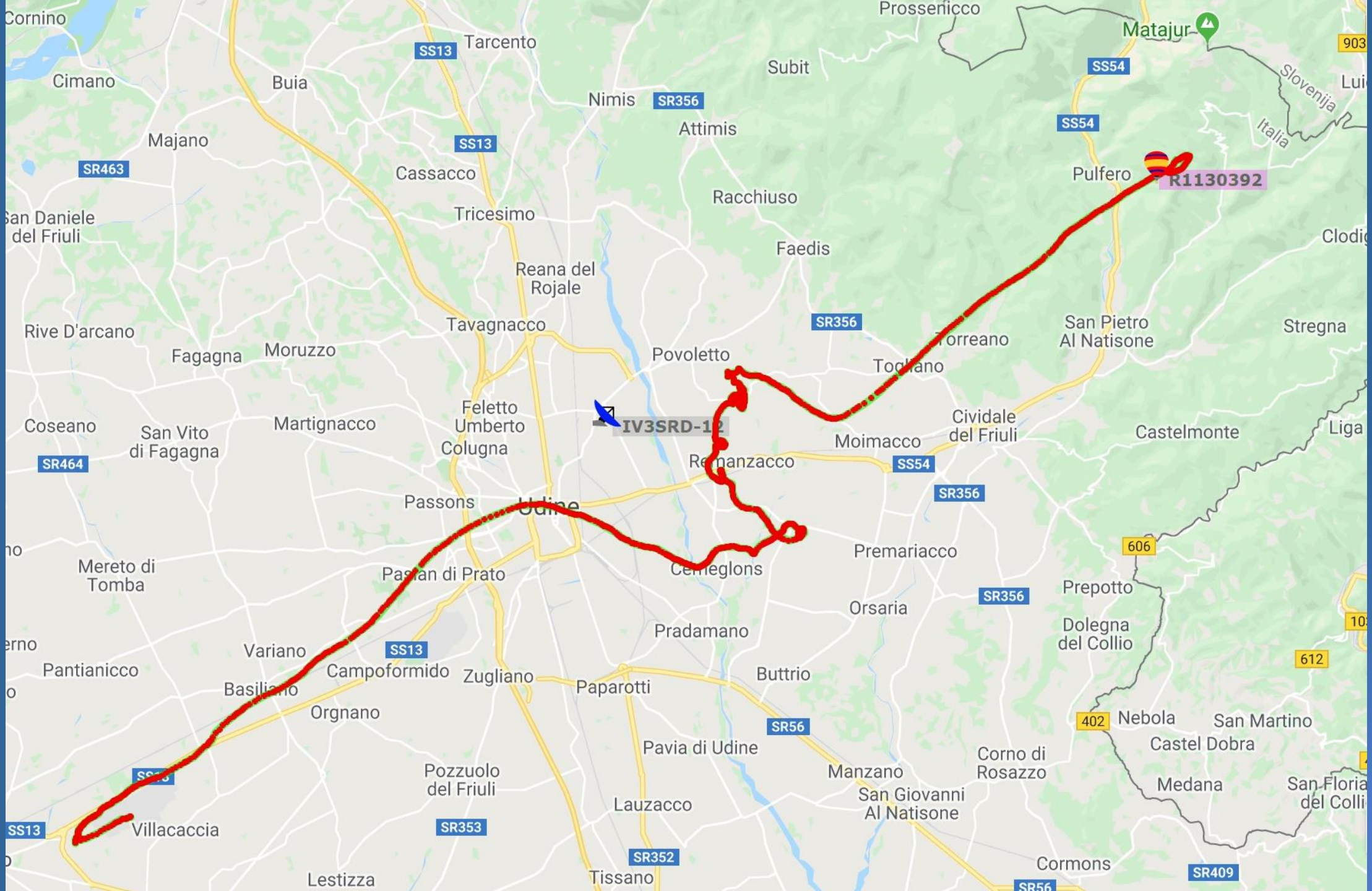
- Numero progressivo pacchetto
- Velocità verticale
- Pressione
- Temperatura
- Umidità relativa
- Modello di sonda
- Power up (da quanto tempo è accesa)
- Tensione batteria

STAZIONI DI RICEZIONE

- Ci sono varie stazioni di ricezione, che riportano la posizione su siti specializzati (es. Radiosondy.info)
- Alcune stazioni riportano la posizione anche sulla mappa di APRS.FI, facendola apparire come un oggetto sulla mappa.
- L'oggetto Radiosonda di APRS.FI, può venir ripetuto dai digipeater come qualsiasi altro oggetto APRS



R1130392
OE8ARQ-15
OE8JPQ-2
S57AJJ-15
S52O-15
S52X-15
IQ3AZ-15
IV3GQK-15
IU3JQI-15
Greifenburg
San Candido
Sesto
Parco naturale Tre Cime
Sappada
Auronzo di Cadore
Cortina d'Ampezzo
Alpi Carniche
Sauris di Sotto
Arta Terme
Forni di Sopra
Tolmezzo
Monte Canin
Tarvisio
Kranjska Gora
Arnoldstein
Villaco
Treffen am Ossiacher See
Feldkirchen in Kärnten
Velden am Wörther See
Klagenfurt am
Sankt Veit an der Glan
Völkermarkt
Ferlach
Eisenkappel-Vellach
Sava
Triglav
Triglavski narodni park
Bled
Grintovec
Plezzo
Bohinjska Bistrica
Caporetto
Tolmino
Kranj
Kamnik
Škofja Loka
Domžale
Lubiana
Dolomiti
Idria
Vrhnika
Logatec
Grosuplje
Agordo
Longarone
Gemona
Barcis
Maniago
San Daniele del Friuli
Spilimbergo
Parco
Belluno
Cividale
Vittorio Veneto
Sacile
Pordenone
Codroipo
San Vito al Tagliamento
Palmanova
Gorizia
Conegliano
Cervignano del Friuli
Monfalcone
Predjama
Postumia
Oderzo
Portogruaro
Sesana
Škocjan
San Pietro del Carso
Trieste
Golfo di Trieste
Lignano Sabbiadoro
Treviso
San Donà
Caorle
Snežnik
Bisterza
Capodistria
Portorose
Lido di Jesolo
Gerovo


R1130392
IV3SRD-12
Cornino
Cimano
Buia
Tarcento
Nimis
Subit
Attimis
Prossenicco
Matajur
Slovenija
Italia
Majano
Cassacco
Tricesimo
Racchiuso
Pulfero
Faedis
Reana del Rojale
Tavagnacco
Rive D'arcano
Fagagna
Moruzzo
Povoletto
Torreano
San Pietro Al Natisone
Stregna
Coseano
San Vito di Fagagna
Martignacco
Feletto Umberto
Colugna
Moimacco
Cividale del Friuli
Castelmonte
Remanzacco
Passons
Udine
Premariacco
Cerneglons
Mereto di Tomba
Pasian di Prato
Prepotto
Orsaria
Dolegna del Collio
Pradamano
Variano
Pantianicco
Campoformido
Zugliano
Buttrio
Basiliano
Paparotti
Orgnano
Nebola
San Martino
Castel Dobra
Pavia di Udine
Corno di Rosazzo
Manzano
Medana
San Giovanni Al Natisone
Pozzuolo del Friuli
Lauzacco
Villacaccia
Lestizza
Tissano
Cormons
SS13
SS54
SR356
SR463
SR464
SR353
SR352
SR56
SR409
606
612
402
903

Pallone e paracadute al suolo

La sonda precipita col paracadute che attenua la caduta e il pallone ormai esploso.

La sonda è rimane collegata col il filo che era avvolto sul rocchetto

Ricerca della radiosonda al suolo

La traccia fornita dalle stazioni di ricezione è affidabile fino a qualche centinaio di metri di altezza dal suolo.

Una volta atterrata, la debole potenza non è sufficiente ad essere ricevuta dalla stazione fissa

Abbiamo una stima della zona in cui è precipitata, ma non la posizione precisa

- La sonda continua a trasmettere per circa 10 ore dal lancio
- ci avviciniamo alla zona dell'atterraggio, abbiamo due possibilità

TRASMETTE ANCORA

POSSIBILITÀ DI RICERCA PRECISA

NON TRASMETTE PIÙ

AFFIDARSI ALLA FORTUNA

RICERCA DI UNA RADIOSONDA CHE TRASMETTE

CACCIA ALLA VOLPE

Metodo pratico, poco preciso in presenza di riflessioni. Funziona con tutti i tipi di sonde

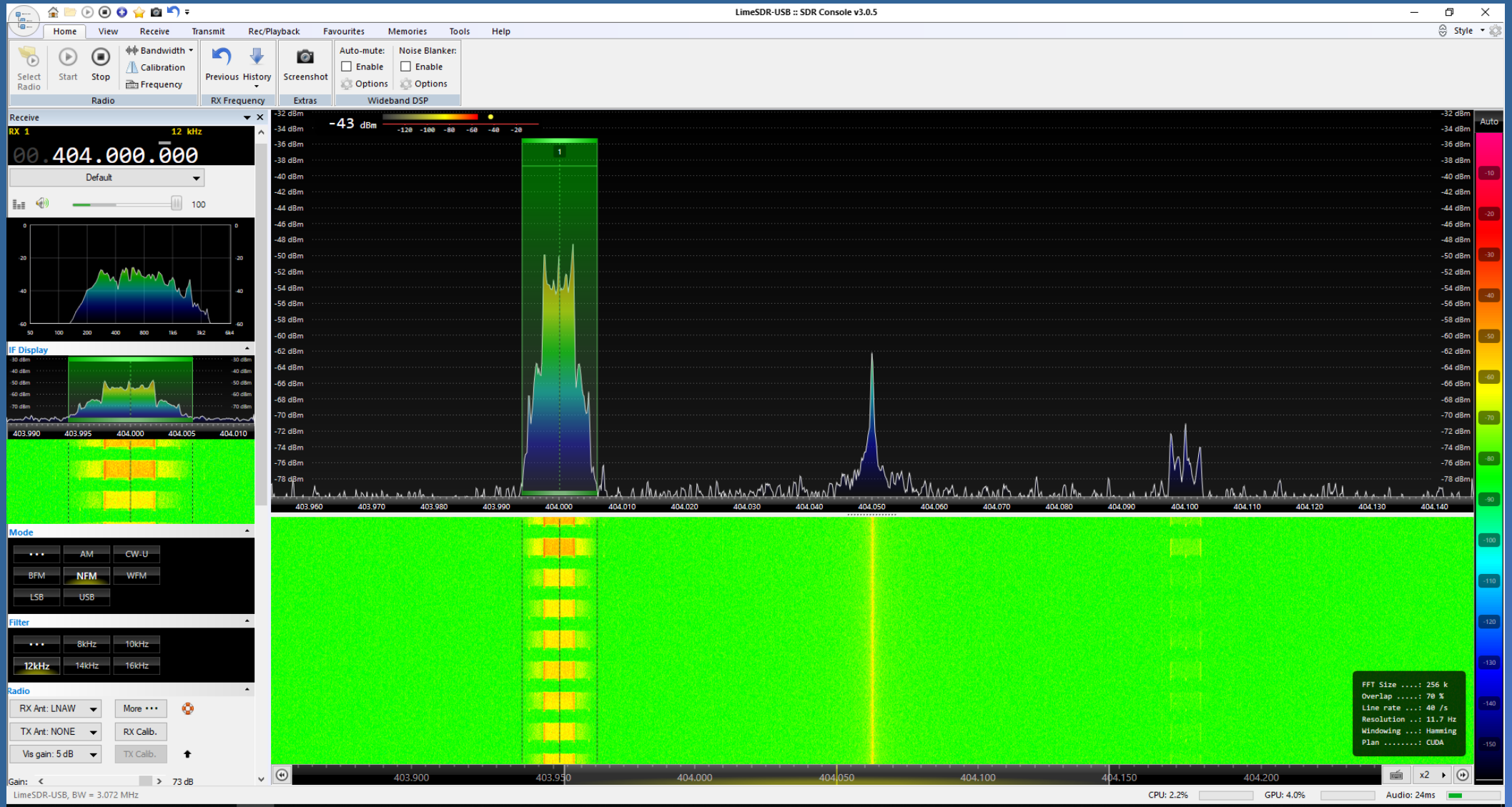
DECODIFICA

- Metodo più preciso, richiede il software in grado di decodificare il modello di sonda specifico

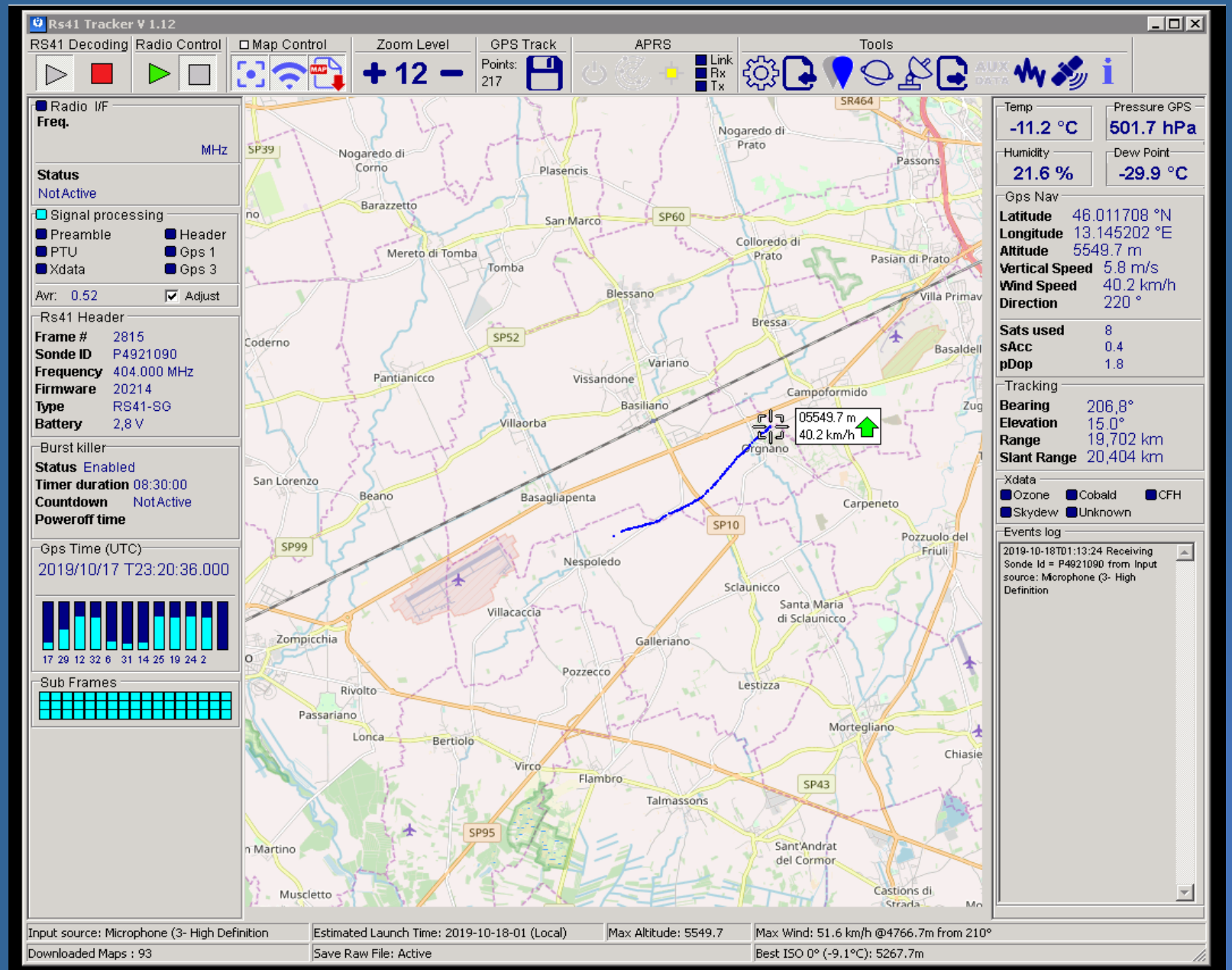
Decodifica con PC

- Permette di ottenere tutte le informazioni trasmesse dalla sonda
- Si può prelevare l'audio da una radio (uscita 9600) alla scheda audio del PC, oppure direttamente da un SDR
- I software attualmente utilizzabili su Windows sono 2: RS41 Tracker (gratuito ma valido solo per le rs41), e Sondemonitor (A pagamento ma compatibile con più sonde)

Ricezione di una radiosonda RS41 con SDR (Lime SDR con SDR Console)



Ricezione con RS41 tracker



Decodifica con DSTNCv2

- TNC sviluppato da SP9UOB, collegato all'audio 9600 della radio si interfaccia con APRSdroid, e lavora come un TNC per APRS
- Originariamente nato per fare da tracker e TNC APRS, permette anche di ricevere le sonde
- Le sonde ricevute vengono convertite in oggetti APRS.
- Nel caso di una sonda atterrata, con il segnale che trasmette dal suolo nei pressi della stessa è possibile ottenere le coordinare precise dalle quali sta trasmettendo


ICSP
10.000
TX
RADIO
dsTNCv2
SP9UOB


Mappa APRSdroid
SP52
Pantianicco
SP101
SP99
Villaorba
Beano
Basagliapenta
Via Giuseppe Garibaldi
SS13
Base Aerea
Militare
di Rivolto
SP61
Nespoledo
P1550793
Villacaccia
SR252
SP97
Via A. Manzoni
Bertiolo
SP65
Via Pozzecco
SR25
SP95
Flambro
SP7
Google
Biotopo

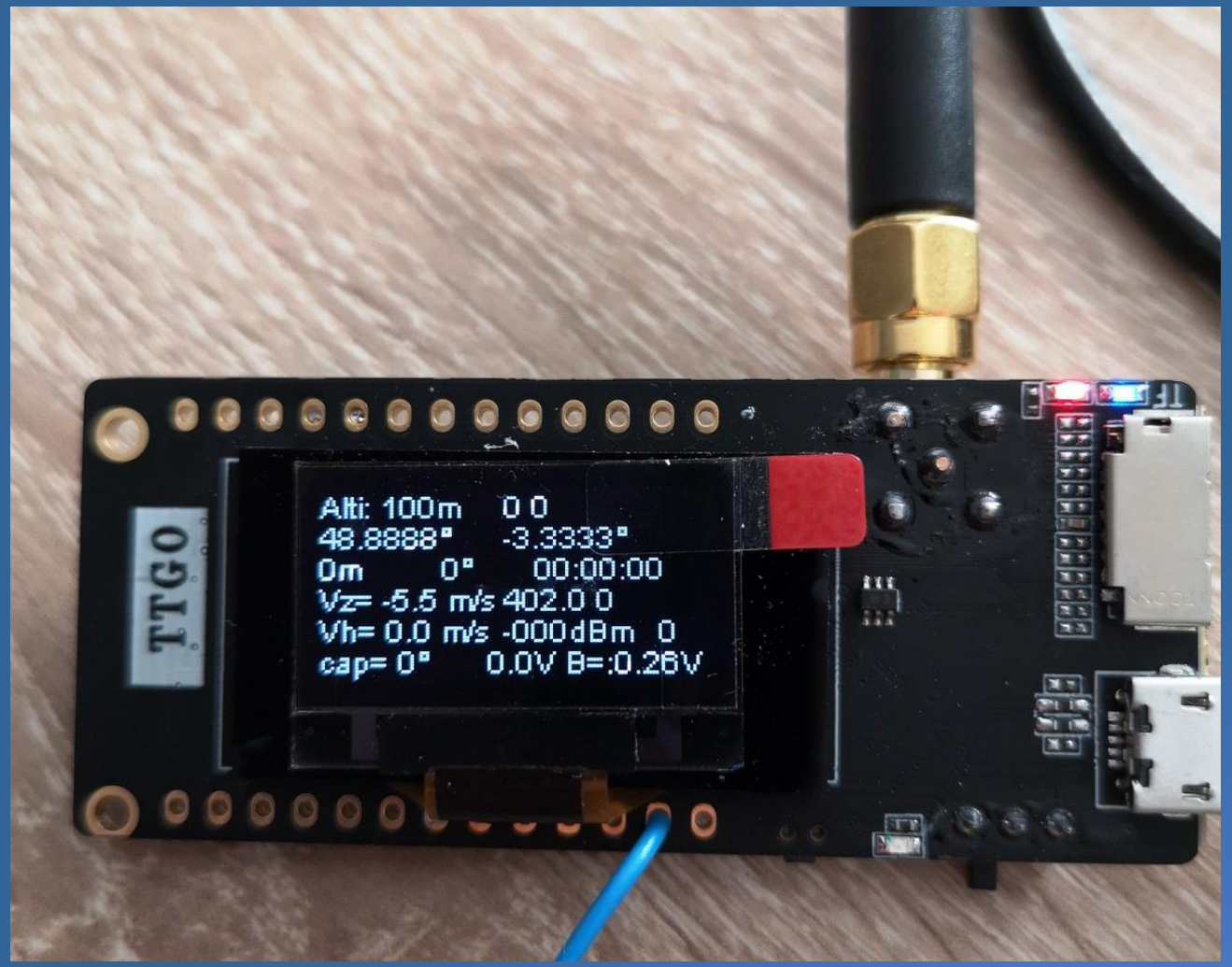
Ricerca con TTGO

Trattasi di un modulo cinese da 25€ contentente un modulo RF, uno schermo oled, ingressi e uscite digitali varie

Con un apposito Firmware con cui si può programmare, è possibile visualizzare le coordinate della sonda

Inserendo le coordinate in una APP di navigazione è possibile conoscere e raggiungere il punto esatto della sonda caduta

Il firmware è ancora sperimentale, ma al momento si tratta del sistema più semplice e portatile per la ricerca



Riprogrammazione

Il firmware delle sonde è proprietario Vaisala e non è possibile modificarlo senza il programmatore originale

Alcuni Radioamatori, hanno tuttavia creato un firmware che si sostituisce a quello originale, che, sfruttando il trasmettitore e il gps, trasforma la sonda in:

- Beacon con messaggio CW
- Beacon con messaggio RTTY
- Tracker APRS

Attualmente, in firmware modificati non possono leggere i sensori meteorologici, rendendoli inutili

Estratto datasheet trasmettitore Si4032

Possibilità di trasmissione in tutto il range 240-930 MHz con potenze fino a +20 dBm

In particolare, si può sfruttare la banda radioamatoriale dei 70 cm per i beacon CW e RTTY

L'APRS può essere effettuato sulla frequenza UHF di **432,500 MHz**

SILICON LABS

Si4030/31/32-B1

Si4030/31/32 ISM Transmitter

Features

- Frequency range
  - 240–930 MHz (Si4031/32)
  - 900–960 MHz (Si4030)
- Output Power Range
  - +1 to +20 dBm (Si4032)
  - –8 to +13 dBm (Si4030/31)
- Low Power Consumption
  - Si4032
    85 mA @ +20 dBm
  - Si4030/31
    30 mA @ +13 dBm
- Data Rate = 0.123 to 256 kbps
- FSK, GFSK, and OOK modulation
- Power Supply = 1.8 to 3.6 V
- Ultra low power shutdown mode
- Wake-up timer
- Integrated 32 kHz RC or 32 kHz XTAL
- Integrated voltage regulators
- Configurable packet handler
- TX 64 byte FIFO
- Low battery detector
- Temperature sensor and 8-bit ADC
- –40 to +85 °C temperature range
- Integrated voltage regulators
- Frequency hopping capability
- On-chip crystal tuning
- 20-Pin QFN package
- Low BOM
- Power-on-reset (POR)

Necessario per la riprogrammazione

Per programmare e configurare la radiosonda avremo bisogno di:

- Un PC
- convertitore usb-seriale (es: FT323)
- programmatore per chip ST (ST-LINK V2)
- dei cavetti per collegare il tutto

STLINK

Serve per accedere al microcontrollore, cancellare il firmware originale e installare in vecchio

Convertitore USB-TTL

Serve per leggere e modificare le varie voci di programmazione permesse dal software

(es. frequenza di trasmissione, nominativo, modo di trasmissione ecc.)

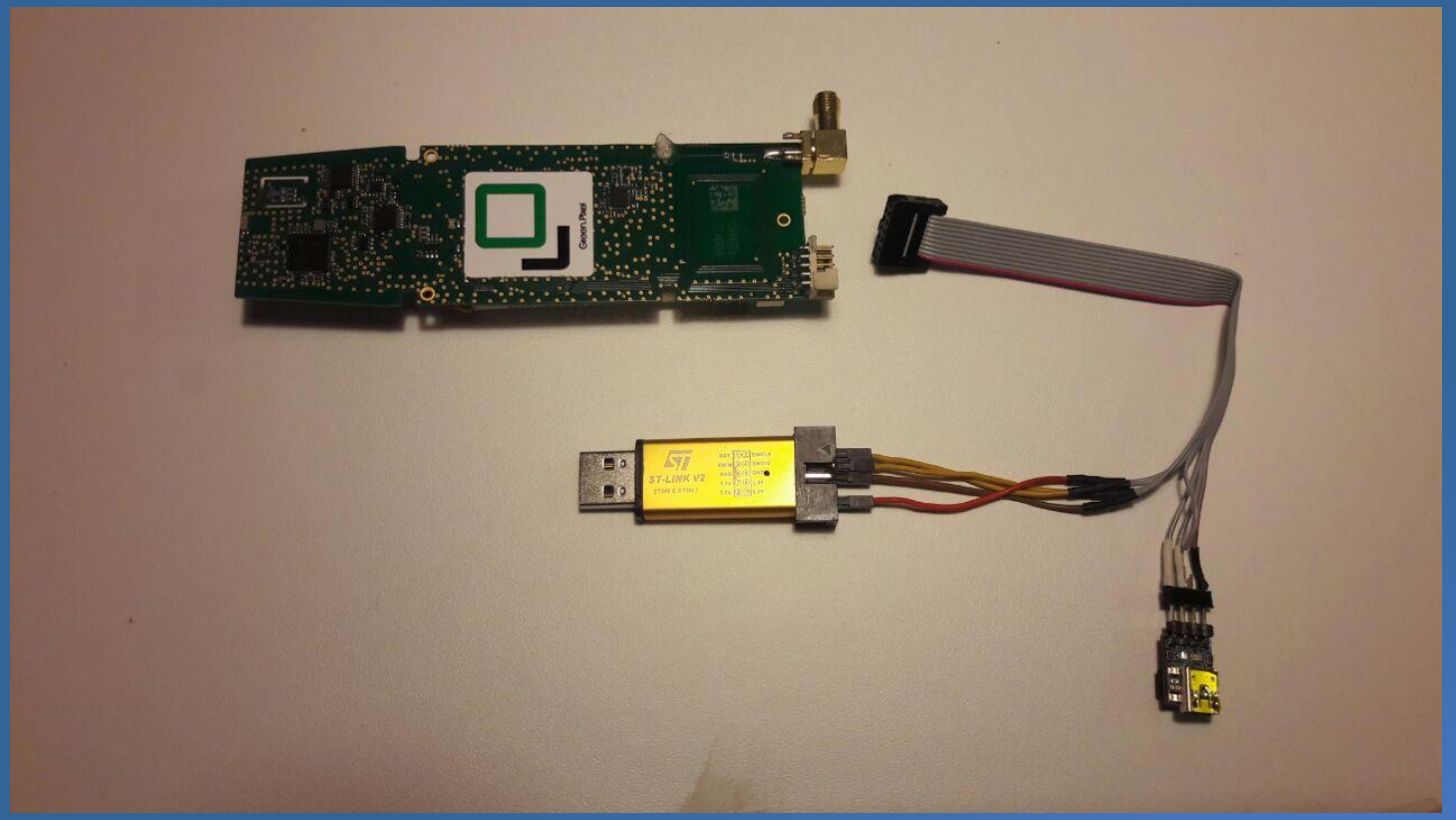
Pinout sonda/programmatore

RS41 --> ST-LINK

Pin 1 ----- GND
Pin 5 ----- 5.0V
Pin 8 ----- SWCLK
Pin 9 ----- SWDIO

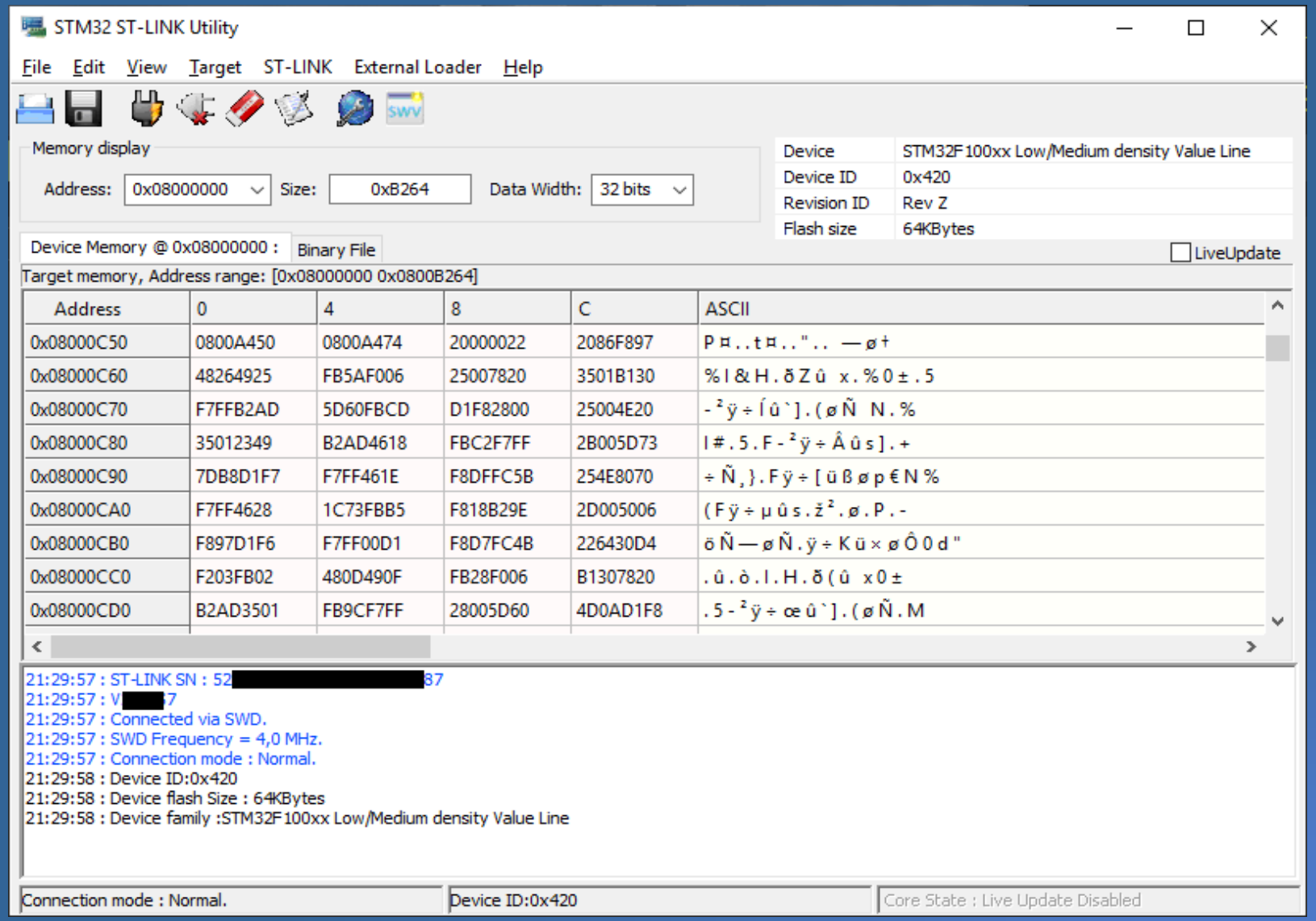
RS41 --> USB-TTL

Pin 1 ----- GND
Pin 2 ----- TxD
Pin 3 ----- RxD



Riscrittura firmware

- I firmware sono dei files con estensione .hex o .bin
- Il software da utilizzare è STM32 ST-LINK Utility scaricabile gratuitamente dal sito della casa produttrice dei chip



Firmware di OM3BC

http://www.om3bc.com/docs/rs41/rs41_en.html

- Precompilato: basta scaricare il file rtty.hex e caricarlo
- Configurabile tramite seriale con dei semplici comandi
- Configurazione semplice ed intuitiva
- Supporto per RTTY, CW e APRS
- Presente qualche piccolo bug

Risultato finale

Con la Radiosonda modificata, otteniamo:

- Un semplice beacon CW
- Un beacon RTTY
- Un vero e proprio tracker APRS
- Una nuova radiosonda pronta per essere lanciata in aria **(previa autorizzazione ENAV in Italia)** su frequenza radioamatoriale **(!)**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!