

# AGENDA

- Il progetto Beyond the Clouds: motivazioni e scopi
- Aree di interesse e studio
- Partecipanti e Tesisti
- Tracking, sistema ed info sul volo
- Telemetria e moduli radio
- Link radio
- Antenne: ipotesi e necessità
- Argomenti di sviluppo
- Domande e Contatti



# Beyond The Clouds

## Al di là delle Nuvole

- Progetto Open Source
- Coinvolgimento di competenze/conoscenze di tipo differente
- Lavoro di team e collaborativo
- Payload scientifico con sensori di vario tipo
- Motivazioni tecniche: studio della qualità dell'aria.
- Motivazioni didattiche: lavorare insieme per un risultato finale
- Sistema di controllo 'intelligente' per la navigazione
- Sistema telemetrico radio a bassa potenza

# Beyond the clouds

.. così come scritto da Francesco...tesista informatico..

“Beyond The Clouds (al di là delle nuvole) è un progetto open source, che nasce dalla collaborazione di docenti, ricercatori, e da tanti studenti provenienti da corsi di studio diversi (ingegneri, informatici..), dove ognuno mette a disposizione la propria competenza con lo scopo di realizzare un sistema volante per la misura dei parametri atmosferici.

Il progetto consiste nella realizzazione di un sistema formato da un "carico scientifico" (o payload), di circa 1 kg, composto da sensori di varia natura che verrà portato ad una quota di circa 32 km di altezza mediante un pallone ad elio.

Il ritorno sarà, in maniera innovativa, verso casa, il punto di lancio, mediante un paracadute direzionale. “

# Beyond The Clouds

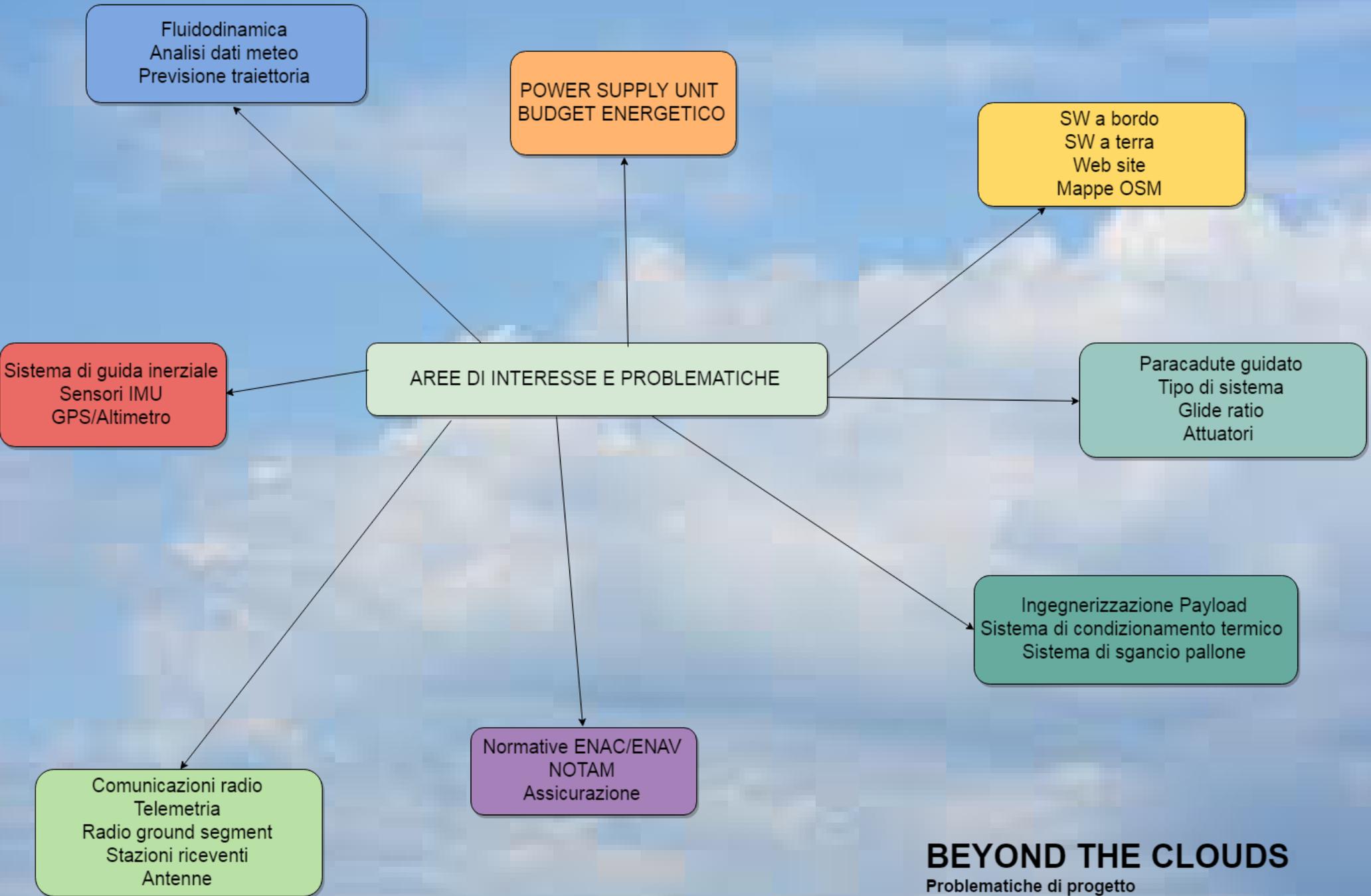
Al di là delle Nuvole



Sparkfun balloon project

## Project Highlights

- ✓ Pallone ad elio (1.5 m to 9 m di diametro)
- ✓ Payload scientifico: peso max: 1Kg
- ✓ Sensori di navigazione (IMU etc)
- ✓ Sensori di misura (cella ad ozono etc)
- ✓ Ingegnerizzazione sistema
- ✓ SW di bordo
- ✓ Sistema di condizionamento interno
- ✓ Sgancio pallone con controllo SW
- ✓ Power supply budget
- ✓ Flight computer & watchdog
- ✓ Registrazione eventi 'on board'
- ✓ Telemetria radio (144 / 434 / 868 Mhz)
- ✓ WEB site di inseguimento
- ✓ SW 'ground segment'
- ✓ Stazioni di ricezione: primaria / secondarie
- ✓ Sistema di guida inerziale
- ✓ Paracadute direzionale & attuatori



# BEYOND THE CLOUDS

Problematiche di progetto

Gennaio 2016

# Tesisti laureati

- **Ing. Angelo D'acunto – Ing. Meccanica (Prof. Adolfo Senatore)**
  - Tesi sulla possibilità di utilizzare fili in lega Nitinol come attuatori per il comando del paracadute direzionale. Realizzazione di un banco di prova e del sistema di alimentazione elettrica per la valutazione delle caratteristiche dei fili.
- **Ing. Francesco D'auria – Ing. Informatica (Prof. Giancarlo Raiconi)**
  - Tesi sulla struttura software del sistema di guida, dell'interfaccia GPS e dell'uso di un sensore analogico come altimetro per la misura dell'altezza in accoppiamento al sistema GPS a causa dei 'COCOM limit'.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO



FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Tesi di Laurea in  
Meccatronica

*Progettazione di un banco prova e caratterizzazione di  
attuatori a memoria di forma nell'ambito del progetto  
"Beyond the clouds"*

**Relatore:**

Ch.mo Prof. Adolfo Senatore

**Correlatore:**

Ing. Angelo Marcone

**Candidato:**

Angelo D'Acunto

Matr. 0612300020

*Anno accademico 2014/2015*

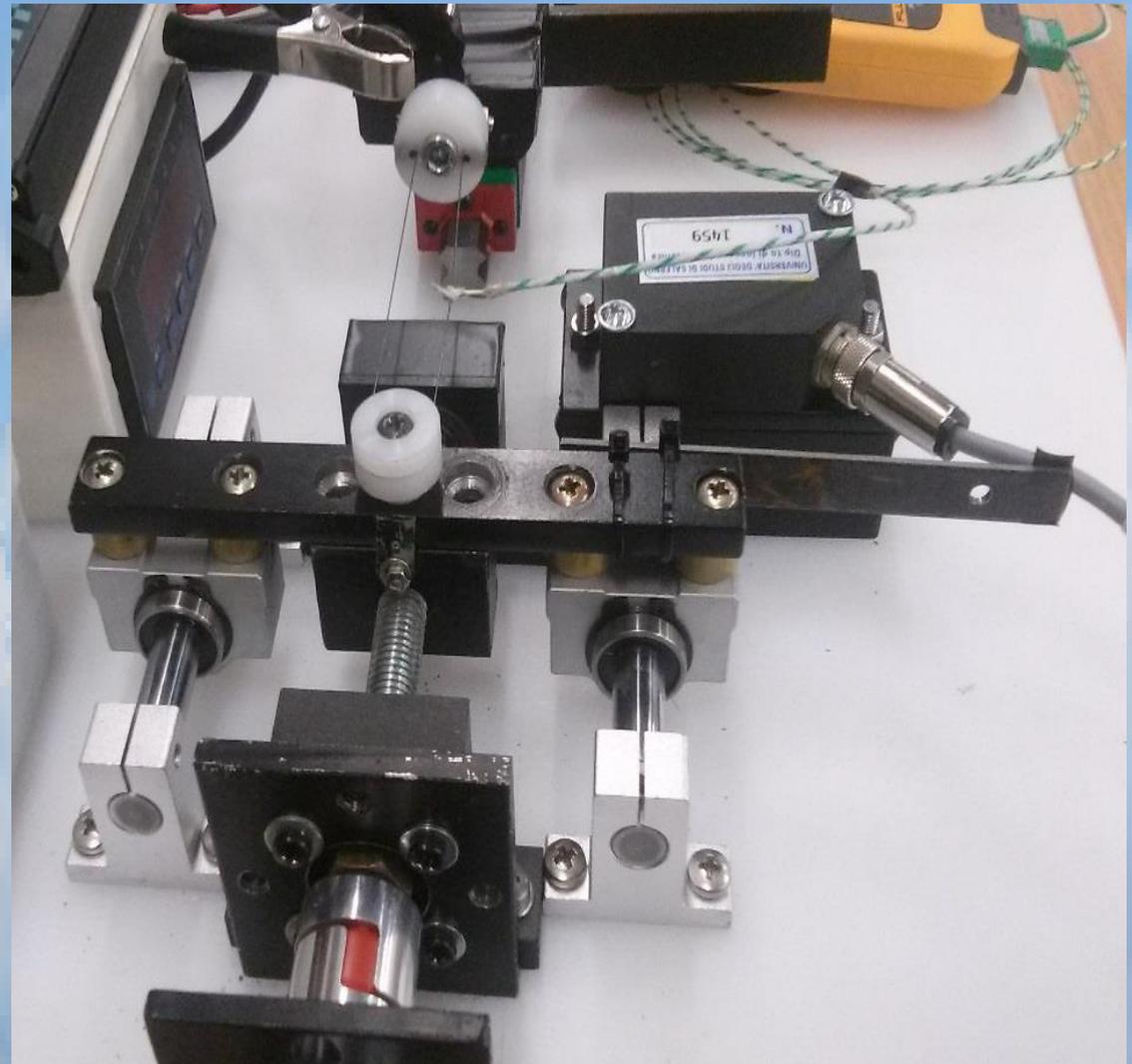


Foto: Ing. Angelo D'acunto

Corso CE 4.10.2016

# Tesi dell'Ing. Francesco D'Auria - ARGOMENTI TRATTATI

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO

Dipartimento di Informatica



Corso di Laurea in Informatica

Beyond The Clouds.

Progetto di un pallone meteorologico guidato: software di sensing e di controllo

**Relatore:**

Prof. Giancarlo Raiconi

**Correlatori:**

Ing. Angelo Marcone

Ph.D. Luca Puglia

**Candidato:**

Francesco D'Auria

**Matricola:**

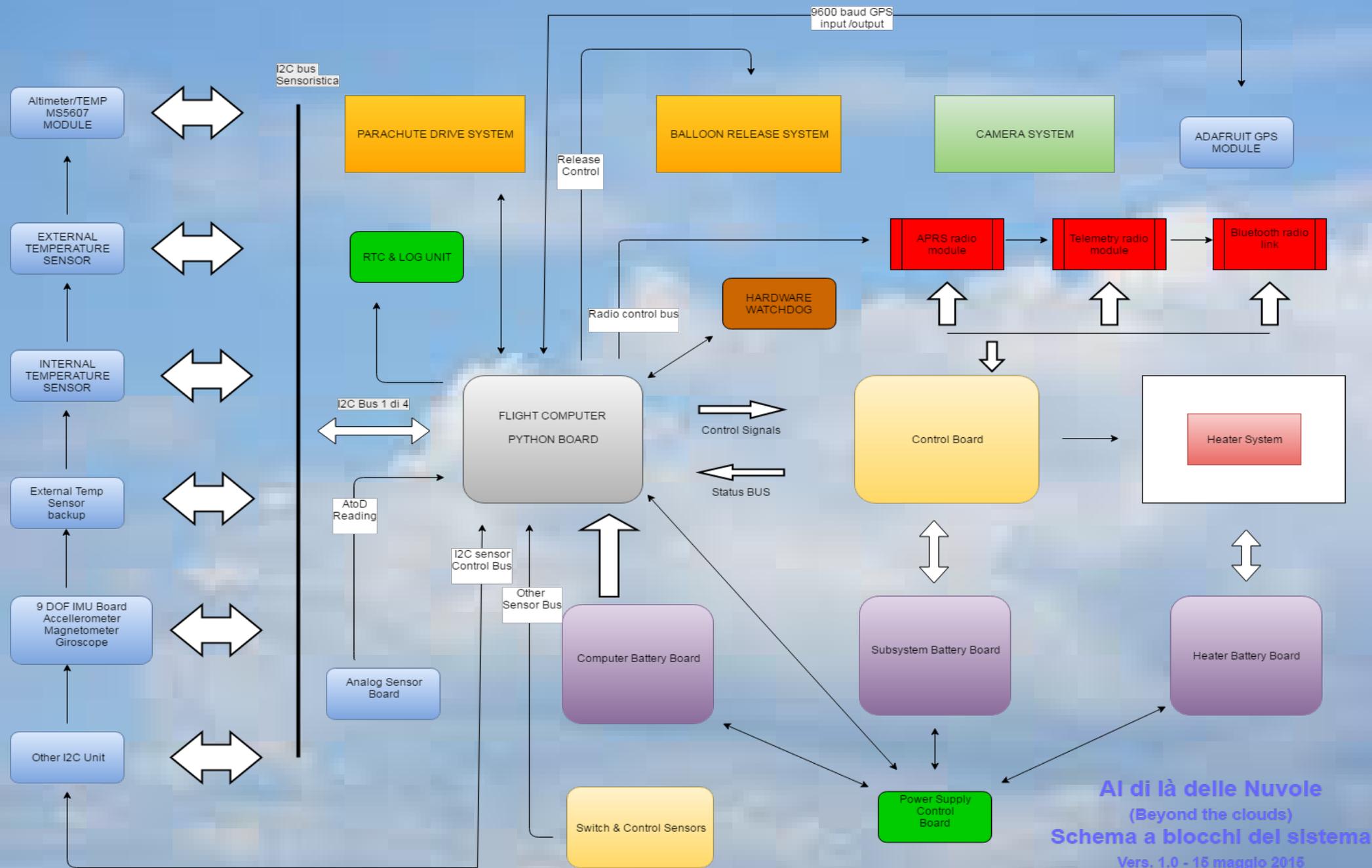
0512102665



MS5607 - Altimeter Module

- High resolution module, 20cm
- Fast conversion down to 1 ms
- Low power, 1  $\mu$ A (standby < 0.15  $\mu$ A)
- Supply voltage 1.8 to 3.6 V
- Integrated digital pressure sensor
- Operating range: 10 to 1200 mbar  
-40 to +85 °C

- ✓ Definizione della piattaforma HW (Inemo ST)
- ✓ Analisi SW delle problematiche GPS
- ✓ COCOM GPS limit
- ✓ Interfaccia con altimetro analogico MS5607
- ✓ Conversione Pressione/Altezza



# Beyond The Clouds

## Telemetry Radio

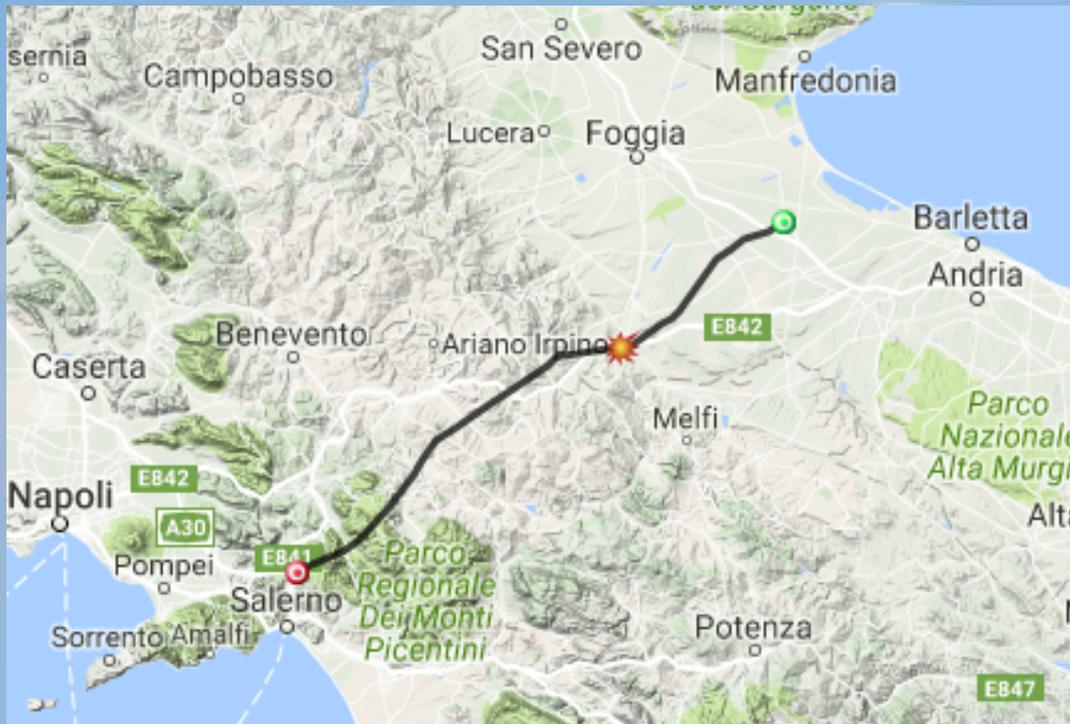
**\$\$PAYLOAD\_ID,SEQ,TIME,LAT,LONG,HEIGHT,STATUS\*CHECKSUM**

**Esempio:**

**\$\$B900,1,12:00:00,40.7706,-14.7922,0,129\*67**

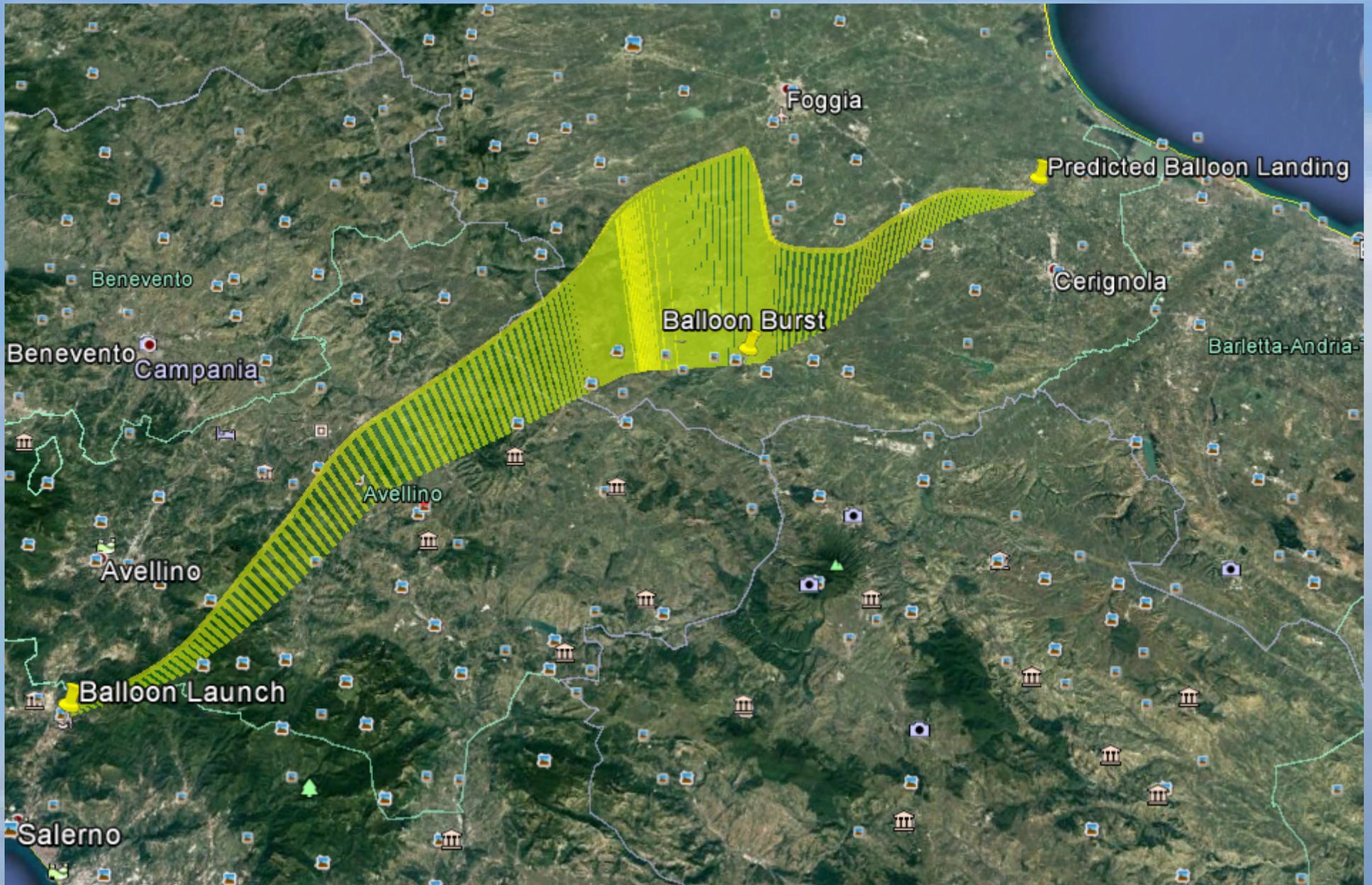
- Sistema Bluetooth durante la fase di pre-lancio
- Canale A: 868 Mhz: B900TO GROUND
- Canale B: 434 Mhz: B900 broadcast
- Canale C: 144 Mhz sistema APRS di ricerca

# Previsione di traiettoria con sistema non guidato



- x Lancio
- x Scoppio a 32 Km di altezza
- x Velocità salita: 5 m/s
- x Velocità discesa: 5 m/s
- x Data: 2 ottobre 2016
- x Ora 9:00 UTC

# Lancio 'visto' da Google Earth



# Link radio a 868 Mhz

Input	
Frequency:	<input type="text" value="860"/> MHz
Tx Power:	<input type="text" value="10"/> dBm
Tx Cable Loss:	<input type="text" value="0,5"/> dB
Tx Antenna Gain:	<input type="text" value="3"/> dBi
Distance:	<input type="text" value="58,3"/> km
Rcv Antenna Gain:	<input type="text" value="10"/> dBi
Rcv Cable Loss:	<input type="text" value="1,0"/> dB
Rcv Sensitivity:	<input type="text" value="-120"/> dBm
Fade Margin:	<input type="text" value="15"/> dB

Compute:	
<input type="radio"/> Fade Margin	Units:
<input checked="" type="radio"/> Distance	
<input type="radio"/> Tx Power	

Units:	
<input type="radio"/> miles	
<input checked="" type="radio"/> km	

Output	
<b>Distance:</b>	<b>58,3 km</b>
Free Space Loss:	126,5 dB
Rcv Signal Strength:	-105,0 dBm

# Moduli Radio a 868 Mhz



**RFM95/96/97/98(W)**

- ◆ LoRa™ Modem.
- ◆ 168 dB maximum link budget.
- ◆ +20 dBm - 100 mW constant RF output vs. V supply.
- ◆ +14 dBm high efficiency PA.
- ◆ Programmable bit rate up to 300 kbps.
- ◆ High sensitivity: down to -148 dBm.
- ◆ Bullet-proof front end: IIP3 = -12.5 dBm.
- ◆ Excellent blocking immunity.
- ◆ Low RX current of 10.3 mA, 200 nA register retention.
- ◆ Fully integrated synthesizer with a resolution of 61 Hz.
- ◆ FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ and OOK modulation.
- ◆ Built-in bit synchronizer for clock recovery.
- ◆ Preamble detection.
- ◆ 127 dB Dynamic Range RSSI.
- ◆ Automatic RF Sense and CAD with ultra-fast AFC.
- ◆ Packet engine up to 256 bytes with CRC.
- ◆ Built-in temperature sensor and low battery indicator.
- ◆ Module Size: 16\*16mm

# Link radio 434 Mhz

## Input

Frequency:  MHz

Tx Power:  dBm

Tx Cable Loss:  dB

Tx Antenna Gain:  dBi

Distance:  km

Rcv Antenna Gain:  dBi

Rcv Cable Loss:  dB

Rcv Sensitivity:  dBm

Fade Margin:  dB

## Compute:

Fade Margin

Distance

Tx Power

## Units:

miles

km

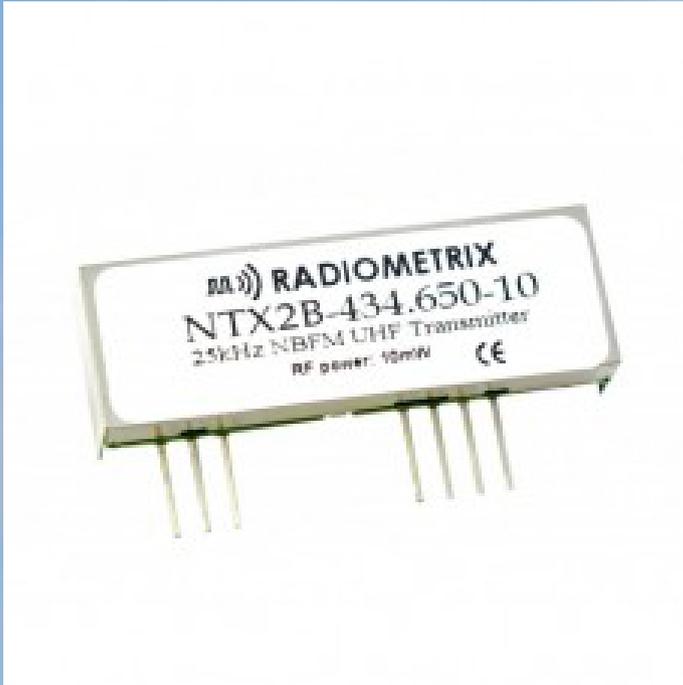
## Output

**Distance: 64,9 km**

Free Space Loss: 121,5 dB

Rcv Signal Strength: -95,0 dBm

# Modulo Radio a 434 Mhz

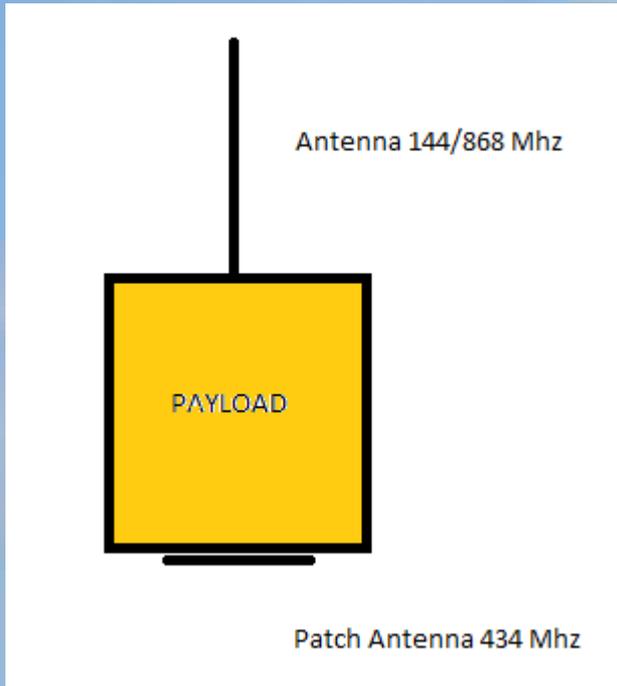


- Fully integrated sigma-delta PLL synthesizer based design
- High stability TCXO reference
- Supply 2.9V - 15V @ 18mA (internal 3.0V LDO voltage regulator)
- Data bit rate: 10kbps max.
- Transmit power: +10dBm (10mW)
- Dimensions 43 x 15 x 5mm (fully screened)

# Modulazioni

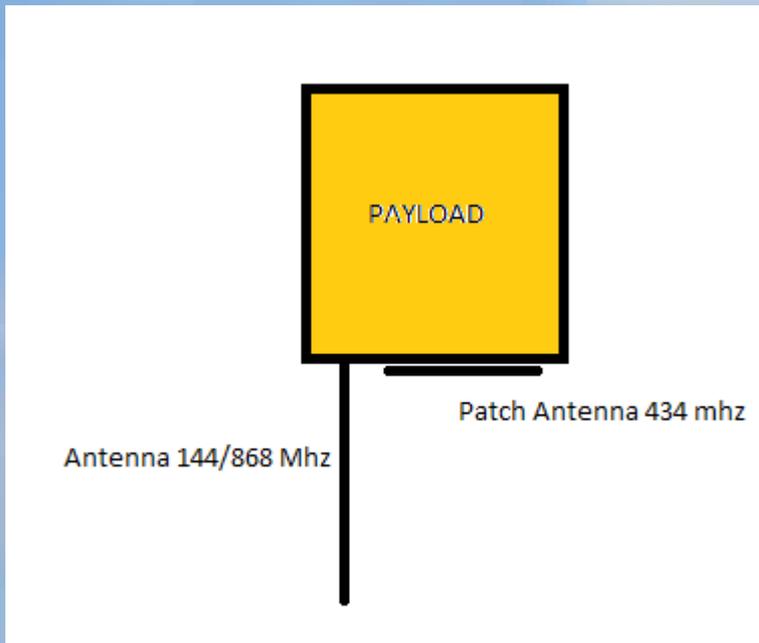
- × Canale C: NBFM – APRS AFSK Packet 1200 baud
- × Canale B: 434 Mhz FSK shift 450 Hz 50 baud (Analogico)
- × Canale A: 868 Mhz LORA – Spread Spectrun modulation

## Antenne Payload: ipotesi 1



- Antenne separate meccanicamente
- Posizione ottimale per 434 Mhz
- Antenna a 868 Mhz che irradia troppo sopra l'orizzonte
- Posizione a terra per i 144 Mhz non garantita

## Antenne Payload: ipotesi 2



- › Antenne separate ma vicine
- › Posizione ottimale per 434 Mhz
- › Antenna a 868 Mhz che irradia opportunamente
- › Posizione a terra per i 144 mhz pericolosa
- › Probabile sbilanciamento meccanico

# Ricevitori SSB per 434 (typ)



# CUSHCRAFT A430-11S

- Antenna = 11 elementi
- Gain = 13 dBi
- Lunghezza boom = 1.4 metri
- Peso 1.8 Kg



# Argomenti di sviluppo

- › Antenna 434 Mhz (polarizzazione circolare)
- › Antenna 144 Mhz / 868 Mhz (polarizzazione lineare)
- › Antenna stazione a terra (868 Mhz – Yagi)
- › Programmazione moduli LORA e realizzazione modulatore RTTY
- › SW di invio dati su web server
- › SW & HW di puntamento antenna a terra
- › Moduli SW di guida & SW/HW APRS di bordo
- › Controllo paracadute (attuatori?)
- › SW di gestione della missione a bordo ed a terra
- › SW di interfaccia
- › Analisi termica approfondita
- › Ingegnerizzazione Payload
- › Mappa territorio con valutazione zone di atterraggio
- › Valutazione modelli meteo di previsione traiettoria

# Beyond The Clouds

Al di là delle Nuvole

## Riferimenti progetto

Web: [www.beyond-the-clouds.org](http://www.beyond-the-clouds.org) (work in progress)

Email: [b900btc@gmail.com](mailto:b900btc@gmail.com)

Per ogni altra informazione:

Email2: [ik8vrq@gmail.com](mailto:ik8vrq@gmail.com)

