

# Architettura Non Inversa (NIA)



**Super-Beacon mobile**  
Può essere qualsiasi frequenza ultrasonica se Super-Beacon. Deve essere la stessa frequenza se Beacons HW v4.9



## Beacon stazionari:

- Montati in alto su pareti o soffitti
- Possono avere qualsiasi frequenza ultrasonica, se Super-Beacon. La stessa frequenza ultrasonica se Beacon HW v4.9
- Misura le distanze dai beacon vicini e costruisce automaticamente le sottomappe
- Comunicano con il router in modalità wireless in una banda ISM



**Fisso Super-Beacon 2**  
Qualsiasi frequenza

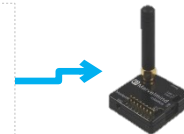
Requisito fondamentale per il corretto funzionamento del sistema: linea di vista libera da ostacoli tra un beacon mobile e 2 (2D) o 3 (3D) o più beacon stazionari entro 30 metri – molto simile alla visibilità dei satelliti GPS

## Beacon mobile:

- Installato su robot/drone/carrello elevatore e interagisce con esso tramite UART o SPI o I2C o USB (UART virtuale)
- Riceve gli aggiornamenti di posizione dal router fino a  $f=40$  Hz
- La frequenza di aggiornamento della posizione per beacon mobile dipende dal numero di beacon mobili (n) come  $f/n$
- Contiene IMU (accelerometro 3D + giroscopio 3D)

## Router/modem:

- Controller centrale del sistema
- Calcola la posizione dei beacon mobili fino a 40 Hz
- Comunica tramite USB/UART virtuale con Dashboard o robot
- Supporta fino a 250 beacon e fino a 250 sottomappe



## Submaps:

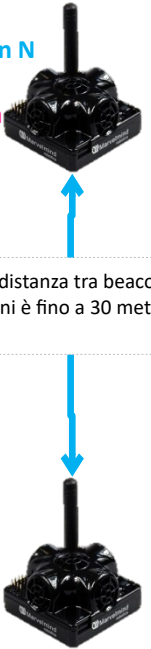
- Funzione avanzata che consente di costruire submaps/cluster/celle indipendenti di beacon in stanze o zone separate, creando così mappe composte da più submaps e coprendo edifici di grandi dimensioni (con un'area di migliaia di m2) come la copertura di una rete cellulare

## Il sistema di posizionamento indoor in NIA è composto da:

- 2 o più beacon stazionari (che ricevono gli ultrasuoni)
- 1 o più beacon mobili (che trasmettono gli ultrasuoni)
- 1 Router centrale

La distanza tra beacon vicini è fino a 30 metri.

**Fisso Super-Beacon 3**  
Qualsiasi frequenza



# Architettura Inversa (IA)



## Beacon stazionari:

- Montati su pareti o soffitti
- In IA, i beacon stazionari appartenenti alla stessa submap devono avere frequenze ultrasoniche diverse (ad esempio 19 e 25 kHz o 25 e 31 kHz)
- Misura le distanze dai beacon vicini e costruisce automaticamente le submap
- Comunica con il router in modalità wireless in banda ISM



Requisito fondamentale per il corretto funzionamento del sistema: linea di vista libera da un beacon mobile verso 2 (2D) e 3 (3D) o più beacon fissi entro 30 metri – molto simile alla visibilità dei satelliti GPS

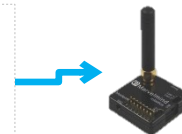


## Beacon mobile:

- Installato su robot/persona/muletto e interagisce con essi tramite UART o SPI o I2C o USB (UART virtuale)
- Calcola gli aggiornamenti di posizione a bordo fino a 40 Hz
- Il tasso di aggiornamento della posizione per beacon non dipende direttamente dal numero di beacon mobili
- Contiene IMU (accelerometro 3D + giroscopio 3D)

## Router/modem:

- Controller centrale del sistema
- Sincronizza i beacon fino a 40 Hz
- Comunica tramite USB/UART virtuale con Dashboard o robot
- Supporta fino a 250 beacon e fino a 250 submap



## Submaps:

- Funzionalità avanzata che consente di creare submaps/cluster/celle indipendenti di beacon in stanze o zone separate, realizzando così mappe composte da più submaps e coprendo grandi edifici (con aree di migliaia di m<sup>2</sup>) in modo analogo alla copertura di una rete cellulare

## Il sistema di posizionamento indoor in IA è composto da:

- 2 o più beacon stazionari (che trasmettono ultrasuoni su diverse frequenze ultrasoniche)
- 1 o più beacon mobili (che ricevono ultrasuoni su diverse frequenze ultrasoniche contemporaneamente)
- 1 x Router



La distanza tra beacon vicini è fino a 30 metri.



# NIA Multi-Frequenza (MF NIA)



Stazionario  
Super-Beacon 1  
Qualsiasi  
frequenza



Mobile  
Super-Beacon  
19/22/25/28/31/34/37/45kHz

## Beacon fissi:

- Montati su pareti o soffitti
- Hanno una qualsiasi frequenza ultrasonica per Super-Beacon. MF NIA non è supportato dai Beacons HW v4.9
- Misura le distanze dai beacon vicini e costruisce automaticamente delle submap
- Comunica con il router in modalità wireless su una banda ISM



Stazionario  
Super-Beacon 2  
Qualsiasi  
frequenza

Requisito fondamentale per il corretto funzionamento del sistema: linea di vista libera da un beacon mobile verso 2 (2D) o 3 (3D) o più beacon stazionari entro 30 metri – molto simile alla visibilità dei satelliti GPS

## Beacon mobile:

- Installato su robot/persona/carrello elevatore e interagisce con essi tramite UART o SPI o I2C o USB (UART virtuale)
- Riceve aggiornamenti di posizione dal router fino a 40 Hz
- La frequenza di aggiornamento della posizione per beacon, fino a 8 beacon mobili, è come in IA. Poi – come in NIA, ma con frequenza di aggiornamento fino a 8 volte superiore
- Contiene IMU (accelerometro 3D + giroscopio 3D)

## Router/modem:

- Controller centrale del sistema
- Calcola la posizione dei beacon mobili fino a 40 Hz
- Comunica tramite USB/UART virtuale con Dashboard o robot
- Supporta fino a 250 beacon e fino a 250 submap



## Sottomappe:

- Funzione avanzata che consente di creare sottomappe/cluster/celle indipendenti di beacon in stanze o zone separate, creando così mappe composte da più sottomappe e coprendo edifici di grandi dimensioni (con un'area di migliaia di m2) in modo simile alla copertura delle reti cellulari

## Sistema di Navigazione Indoor in MF NIA:

- 2 o più Beacon Stazionari (che ricevono ultrasuoni)
- 1 o più Beacon Mobili (che trasmettono ultrasuoni su diverse frequenze ultrasoniche)
- 1 Router centrale

Stazionario  
Super-Beacon N  
Qualsiasi  
frequenza



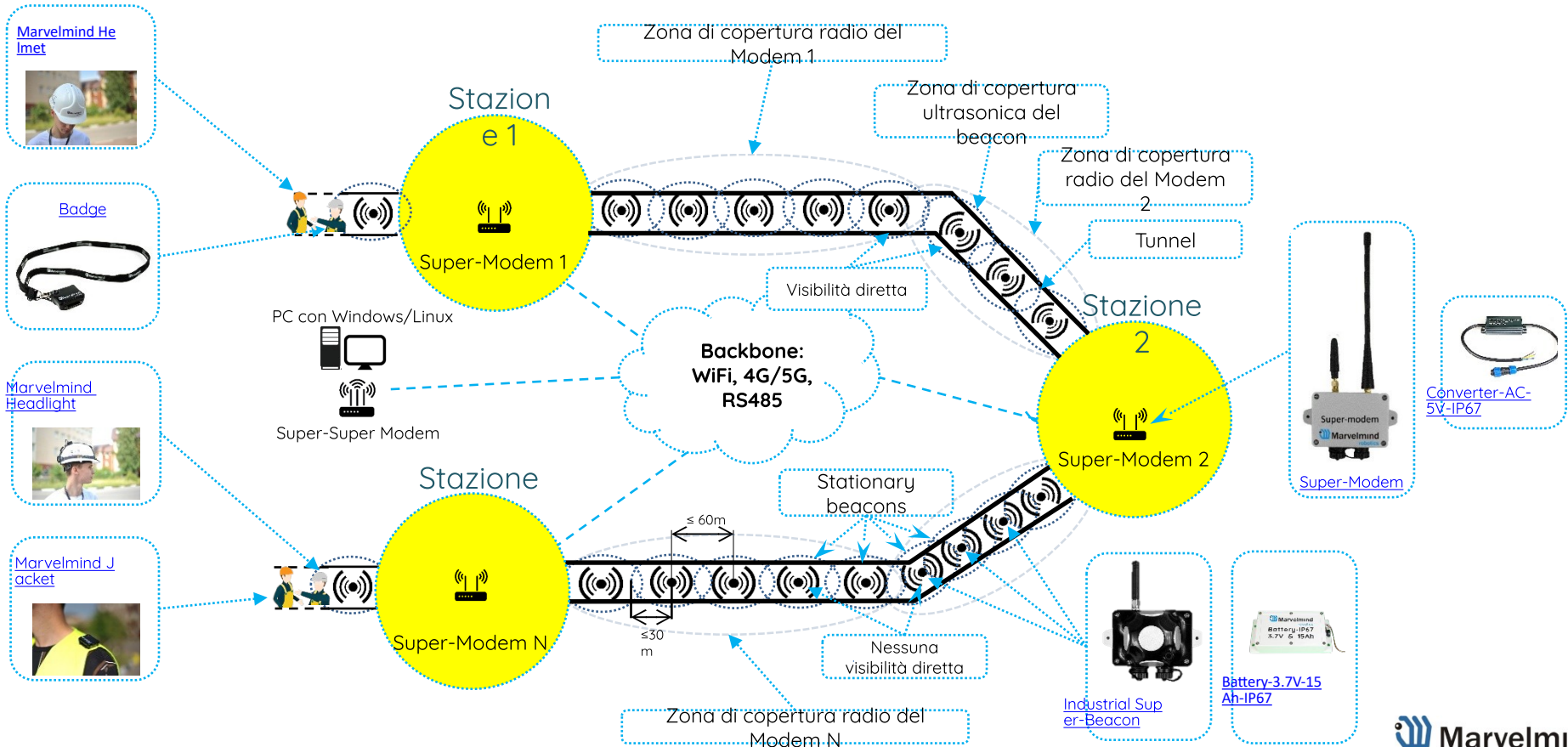
La distanza tra i beacon vicini è fino a 30 metri.

Stazionario  
Super-Beacon 3  
Qualsiasi  
frequenza



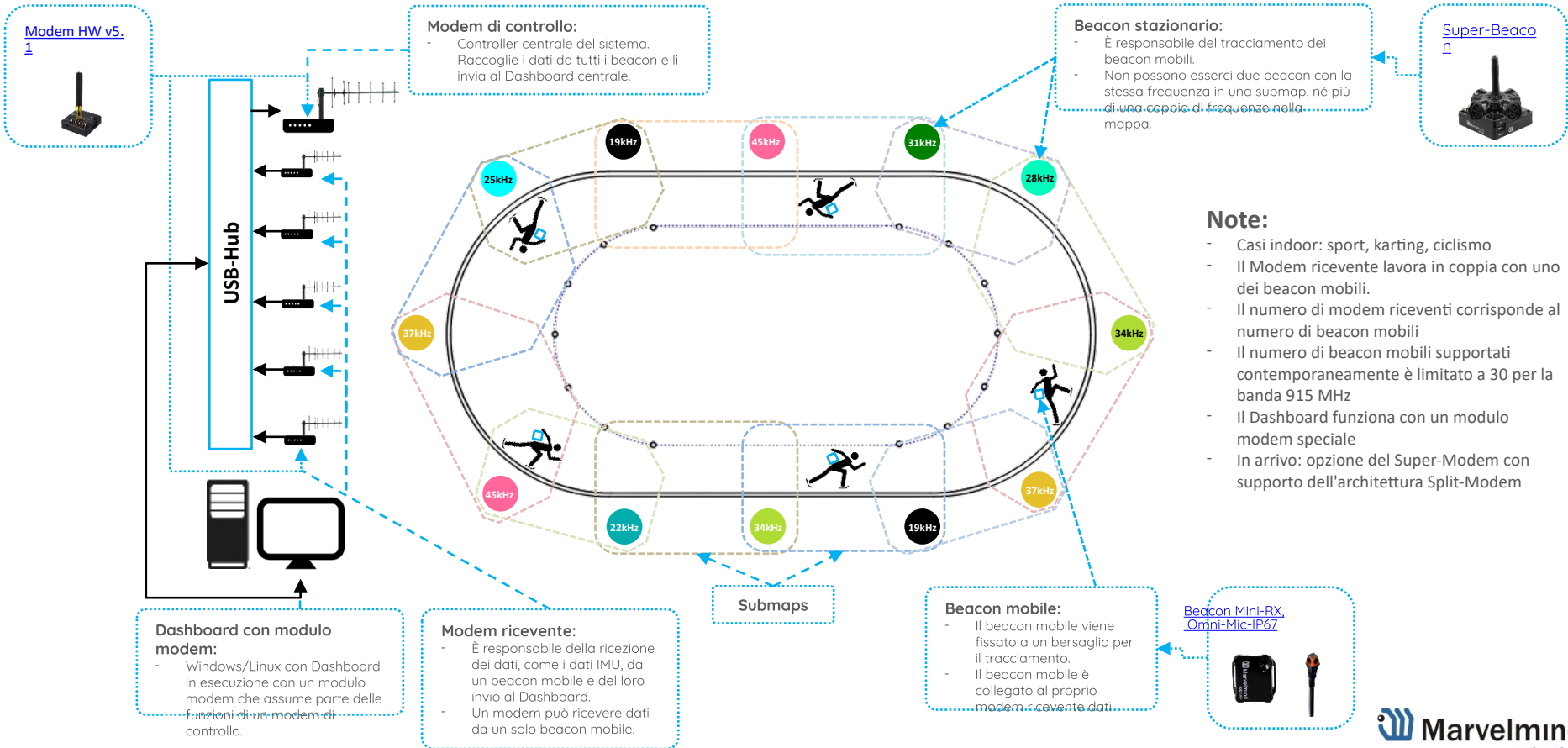
# Architettura Multi-Modem per reti molto grandi

Esempio di sicurezza in tunnel per il tracciamento sotterraneo



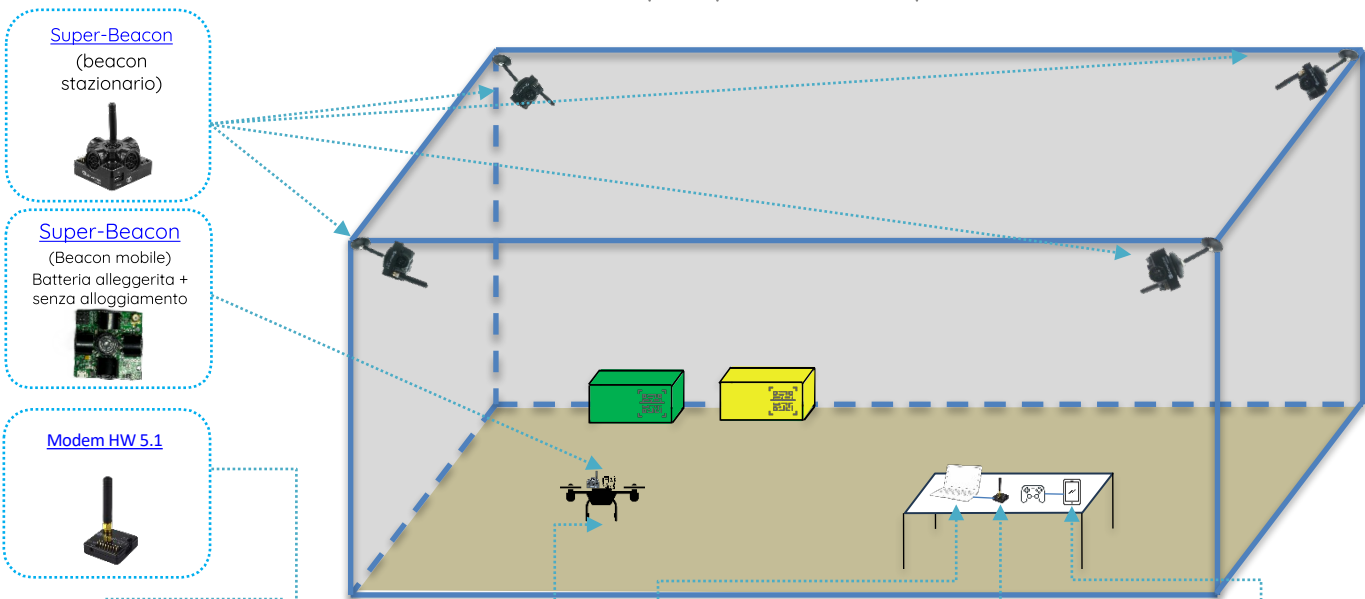
# Architettura Split-Modem per oggetti in rapido movimento

## Esempio di pattinaggio su ghiaccio per tracciamento veloce



# Droni DJI autonomi in ambienti interni

Un esempio per submap 20x20 metri + 1 drone



## Super-Beacon

(beacon stazionario)



## Super-Beacon

(Beacon mobile)  
Batteria alleggerita +  
senza alloggiamento



## Modem HW 5.1



DJI drone



## DJI drone:

- Marvelmind system supports DJI drones starting from DJI Mini 3. Integration works via DJI SDK

## Dashboard:

- Used for the setup of a system. Visual drone tracking. Streams to your ERP and WMS

## Modem HW 5.1:

- Central controller of the system. Collects data from all beacons and communicates via USB/virtual UART with Dashboard

## App Marvelmind + DJI RC:

- App Android speciale Marvelmind, che consente di controllare un sistema in remoto. Si connette a un DJI RC

## Compito:

- Fornire un volo autonomo in ambienti interni per droni DJI
- Scattare foto automaticamente, scansionare codici QR, inviare dati di localizzazione

## Soluzione:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS con un'app Marvelmind per il volo autonomo

## Configurazione:

- 3-4 x Super-Beacon – beacon stazionari
- 1 x Super-Beacon – un beacon mobile
- 1 x Modem HW 5.1 – un controller centrale
- 1 x drone DJI – un oggetto tracciabile
- 1 x DJI RC + telefono Android con app Marvelmind DJI – un controller di uno schema di volo autonomo di un drone
- 1 x laptop Windows/Linux – utilizzato per installare Dashboard e configurare un sistema

## Principio di funzionamento:

- Il sistema Marvelmind Indoor GPS in questa configurazione fornisce il tracciamento e il volo autonomo di un drone DJI utilizzando il DJI SDK

## Risultato:

- Droni DJI che volano autonomamente seguendo i waypoint nel Dashboard, scattando foto o scansionando e riconoscendo codici QR/a barre, e inviandoli insieme alle loro coordinate precise al WMS o ERP
- Ritorno autonomo alla base

# Confronto tra architetture

	Non-Inversa (NIA)	Inversa (IA)	Multi-Frequenza NIA (MF NIA)
Usò tipico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-4 robot/droni autonomi - supporta fino a 250 beacon (stazionari+mobili)</li> <li>- Quando un beacon mobile deve essere installato su un drone/veicolo rumoroso, ma i beacon stazionari si trovano in luoghi relativamente più silenziosi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Molti utenti mobili (persone, robot, VR) e quando la frequenza di aggiornamento per mobile è importante - supporta fino a 250 beacon (stazionari+mobili combinati)</li> <li>- Quando i beacon mobili si trovano in luoghi più silenziosi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-16 robot/droni autonomi - supporta fino a 250 beacon (stazionari+mobili combinati)</li> <li>- Efficacemente, MF NIA combina il meglio da IA e NIA. Ma è ancora "più NIA che IA" perché i beacon mobili emettono ultrasuoni</li> </ul>
Non consigliato	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In applicazioni dove l'emissione di ultrasuoni del beacon mobile è indesiderata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per droni - perché i beacon mobili ricevono ultrasuoni. L'intervallo può essere limitato a solo 2-5m. Può essere migliorato con future versioni di SW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In applicazioni dove l'emissione di ultrasuoni del beacon mobile è indesiderata</li> </ul>
Precisione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o migliore con più media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o migliore con più media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o migliore con più media</li> </ul>
Frequenza di aggiornamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dipende dal numero di beacon mobili (n) come <math>f/n</math> - viene utilizzato TDMA</li> <li>- Dipende leggermente dal profilo radio</li> <li>- Dipende dalle dimensioni delle sottomaps</li> <li>- La fusione IMU è supportata da hardware e software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Non dipende dal numero di beacon mobili perché ricevono ultrasuoni contemporaneamente</li> <li>- Dipende leggermente dal profilo radio (uguale a NIA)</li> <li>- Dipende dalle dimensioni delle sottomaps (uguale a NIA)</li> <li>- La fusione IMU è supportata da hardware. Il supporto SW è in arrivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dipende dal numero di beacon mobili (n) per <math>n &gt; 8</math> - viene utilizzato TDMA, cioè può fornire fino a 8 volte maggiore frequenza di aggiornamento rispetto a NIA con lo stesso numero di mobili. Per fino a 8 mobili, la frequenza di aggiornamento per mobile è uguale a IA</li> <li>- Il resto - come NIA</li> </ul>
Intervallo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Può coprire un territorio grande quanto desideri utilizzando sottomaps</li> <li>- Fino a 30m nella vita reale e fino a 50m in condizioni di laboratorio all'interno di una singola submap, cioè i beacon stazionari devono essere posizionati ogni 30m o più vicino (in 1D con corni - fino a 120m)</li> </ul>		
Creazione di mappe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Può creare sottomaps automaticamente e manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Può creare sottomaps automaticamente e manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Può creare sottomaps automaticamente e manualmente</li> </ul>

Versione  
2025\_01\_08