

# Fondamenti per Costruire una Rete Wireless Libera

*A cura della Community*

[Ninux.org](http://Ninux.org)

# Indice

- [A chi è rivolta questa guida?](#)
- [Cos'è una rete wireless?](#)
- [Cos'è un "nodo"?](#)
- [Collegamento "mesh"](#)
- [Collegamento "punto-punto"](#)
- [Collegamento "punto-multipunto"](#)
- [Rete mista](#)
- [Cenni di base sulle onde radio](#)
  - [Larghezza di banda](#)
  - [Frequenze e canali](#)
  - [Banda ISM o spettro libero](#)
  - [Tipologie di frequenze comunemente utilizzate:](#)
  - [2.4 GHz](#)
    - [Vantaggi](#)
    - [Svantaggi](#)
  - [5 GHz](#)
    - [Vantaggi](#)
    - [Svantaggi](#)
  - [17 GHz](#)
    - [Vantaggi](#)
    - [Svantaggi](#)
- [Tipologie di Nodi Ninux](#)
  - [Supernodi](#)
  - [Nodi semplici o "foglia"](#)
  - ["Chi poco spende, tanto spende"](#)
- [Mappa dei nodi](#)
- [Analisi della morfologia del territorio](#)
- [Il sopralluogo](#)
  - [E' davvero necessario un sopralluogo?](#)
  - [Cosa portare con sé?](#)
  - [Cosa fare una volta arrivati sul luogo?](#)

- [La Pianificazione](#)
  - [Lasciare che i nuovi arrivati imparino](#)
  - [Verifica dei materiali necessari](#)
- [Quali device ed antenne scegliere?](#)
- [Configurazione firmware](#)
- [Il Montaggio](#)
  - [Fissaggio palo e staffe](#)
  - [Installazione delle antenne e ralla tris sul palo](#)
  - [Preparazione prese elettriche](#)
  - [Preparazione e fissaggio scatola stagna](#)
  - [Misura della guaina corrugata](#)
  - [Misura del cavo FTP](#)
  - [Passaggio del cavo FTP](#)
  - [Intestazione cavo FTP](#)
  - [Dressing delle guaine dalla scatola alle antenne](#)
  - [Fissaggio tiranti](#)
  - [Verifica finale collegamento](#)
  - [Pulizia del tetto](#)
- [Norme di Sicurezza](#)
- [Manutenzione del Proprio Nodo](#)
  - [Controllo tensione tiranterie palo](#)
  - [Verifica eventuali atti vandalici](#)
  - [Controllo tenuta stagna della scatola](#)
  - [Controllo tenuta stagna guaine](#)
  - [Controllo tenuta carpenteria metallica](#)
- [Tutto è bene quel che finisce bene](#)
- [Licenza](#)

# A chi è rivolta questa guida?

Questa guida è rivolta a coloro che vogliono collaborare a realizzare nuovi nodi e collegamenti wireless di una rete comunitaria libera e a tutti coloro che vogliono avvicinarsi al lato pratico delle reti wireless.

Non sono richieste competenze specifiche, ci rivolgiamo, in particolar modo, a coloro che hanno conoscenze nulle o parziali in merito alla pianificazione ed alla realizzazione di reti wireless.

## Cos'è una rete wireless?

In informatica e telecomunicazioni il termine **wireless** (dall'inglese **senza fili**) indica una comunicazione tra dispositivi elettronici che non fa uso di cavi.

Per estensione sono detti *wireless* i rispettivi sistemi o dispositivi di comunicazione che implementano tale modalità di comunicazione.



Una rete wireless può essere creata con varie tipologie di collegamento. Vedremo quindi, nei prossimi paragrafi, quelli utilizzati in [Ninux](#).

## Cos'è un “nodo”?



Nelle sezioni che seguono parleremo spesso di “nodo”, quindi è bene chiarire che cosa si intende.

Il nodo è il luogo fisico attraverso il quale ci si collega alla rete e si scambiano dati

con il resto di essa.

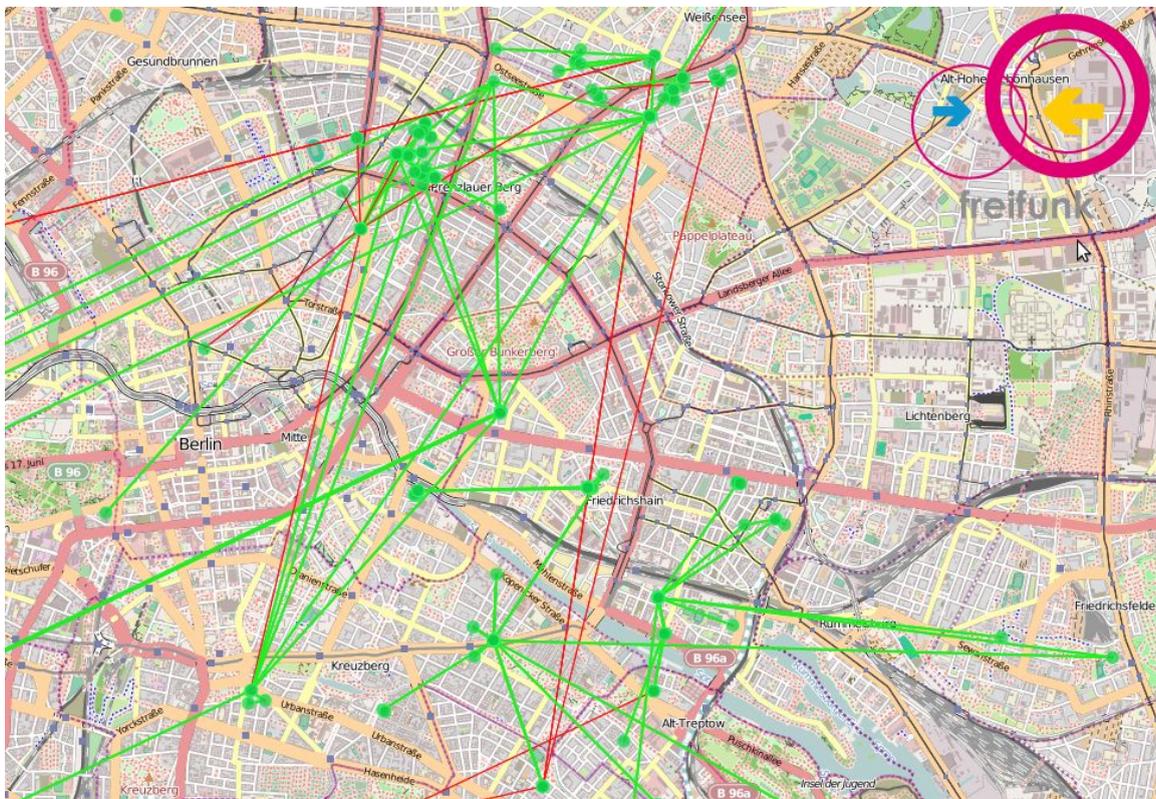


Il membro della community si collega alle antenne del nodo attraverso un cavo ethernet (figura a lato) e le antenne a loro volta sono collegate agli altri nodi attraverso dei collegamenti wireless.

Tutti i materiali ed i dispositivi elettronici (antenne, router, switch, ecc.) utilizzati sono parte del nodo. I dispositivi elettronici in gergo tecnico vengono chiamati “hardware”.

Nella sua configurazione più comune un nodo è spesso costituito da una singola antenna, e da qui può derivare la confusione che nodo sia sinonimo di antenna, ma è bene ricordare che un nodo può ospitare un numero imprecisato di dispositivi di rete che dipende da fattori tecnici, economici e logistici.

## Collegamento “mesh”



Una [rete wireless "mesh"](#) (ovvero a maglia) è una rete wi-fi nella quale tutti gli apparecchi radio si comportano sia da [client](#) che da [access point](#) e quindi possono comunicare tra di loro indistintamente, senza bisogno di alcuna centralizzazione. Questo permette di creare reti facilmente espandibili e utilizzabili da chiunque, anche su aree vaste.

Nelle **reti mesh** ogni dispositivo "fa da ripetitore" per tutti i suoi vicini, di solito tutti i dispositivi sono uguali, ed utilizzano un'[antenna omnidirezionale](#).



Per aggiungere nuovi nodi basta aggiungere un'altra antenna omnidirezionale, senza dover cambiare le configurazioni dei nodi vicini.

Più è alta la densità di una rete mesh e più alta sarà la sua [resilienza](#) e la sua tolleranza ai guasti: se un nodo dovesse smettere di funzionare la rete non ne risentirebbe, in quanto ogni nodo ha collegamenti multipli con i suoi vicini.

Per contro, collegandosi dal proprio nodo al resto della rete utilizzando una singola antenna la banda disponibile si divide almeno per il numero di link contemporanei.

ESEMPIO A LATO:



Il nodo della figura a sinistra, possiede una sola antenna e si tratta del punto A nella mappa a destra. Il nodo A è però connesso sia a B che a C. Questo comporterà una diminuzione delle prestazioni del nodo (perché dovrà comunicare con due in contemporanea) e il rischio che se si dovesse rompere anche la comunicazione tra B e C verrebbe interrotta.

Nelle reti mesh, quindi, la banda (intesa come capacità di trasportare dati nell'unità di tempo) effettiva è notevolmente più bassa rispetto alle reti costituita da link punto-punto (vedi più avanti) in cui si utilizza una radio distinta per ogni link.

Per fare sì che una rete mesh sia facile da costruire, mantenere ed estendere si utilizzano solitamente apparecchi della stessa tipologia, con lo stesso firmware (il software interno dei dispositivi di rete) e con antenne omnidirezionali.

### Vantaggi:

- costi contenuti;
- facilità di espansione della rete: l'aggiunta di nuovi nodi non richiede la pianificazione dei collegamenti perché gli apparati omnidirezionali si collegano automaticamente fra di loro;
- facilità di montaggio: non c'è bisogno di puntare le antenne e basta una antenna per ogni nodo.

### Svantaggi:

- perdita di performance esponenziale rispetto al numero di hop ([solo per i primi 8 salti](#)) che un pacchetto deve fare da un nodo ad un altro per arrivare a destinazione, salvo usare apparati multi-radio, che però sono molto più costosi;
- perdita di segnale molto forte sulla distanza: impossibilità di fare collegamenti particolarmente lunghi;
- ogni antenna può causare interferenze sul segnale radio di altre vicine se lavorano sullo stesso canale (frequenza) o su canali overlapping (ovvero [frequenze che si sovrappongono parzialmente](#)).

## Collegamento “punto-punto”

Quando due device si collegano esclusivamente tra di loro sfruttando antenne le più direttive possibili, si ottiene un collegamento punto-punto, che equivale a collegare i due apparecchi con un lunghissimo cavo di rete. Questo permette ai due apparecchi di comunicare alla massima velocità possibile senza che la banda venga suddivisa tra più [client](#). (vedi esempio nel capitolo precedente)

Una rete punto punto è una rete costituita prevalentemente da collegamenti di questo tipo.

In un collegamento punto-punto bisogna impostare un'antenna come client (a volte detta “station”) e l'altro come access point.

Nelle reti punto-punto è necessario pianificare la crescita della rete: ogni volta che si vuole aggiungere un nodo bisogna capire come collegarlo al resto della rete. Questo implica che i proprietari dei nodi esistenti dovranno essere solidali con coloro che vorranno collegarsi, dato che dovranno ospitare nuove antenne sui loro tetti per collegare i nuovi arrivati.



**Vantaggi** delle reti wireless punto-punto rispetto al mesh:

- singoli collegamenti più stabili (da non confondere con rete più stabile);
- performance migliori;
- possibilità di effettuare collegamenti molto lunghi grazie alla direzionalità delle antenne;
- minore interferenza prodotta e ricevuta dalle altre antenne su altri nodi.

**Svantaggi:**

- costi maggiori: servono due device (antenne) per ogni collegamento punto-punto;
- è necessario pianificare i link: bisogna decidere quali device impostare come client e quali altri come access point; inoltre bisogna decidere dove piazzare le

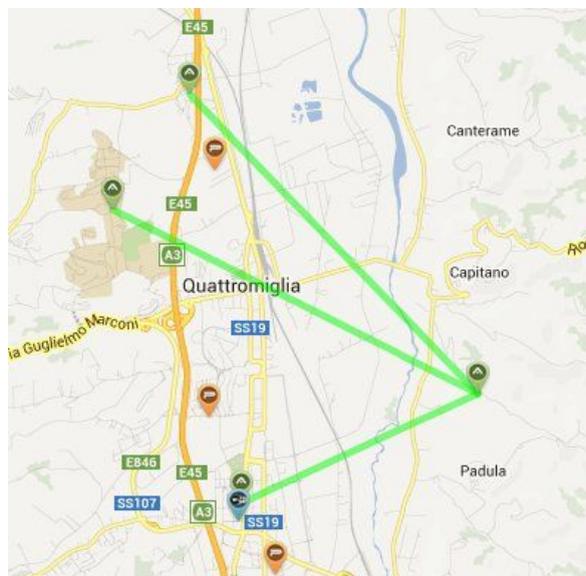
nuove antenne che collegheranno i nuovi nodi;

- numero di device maggiore su ogni singolo palo, il che rende necessaria un'accurata gestione dello spazio disponibile;
- usando più antenne a frequenze vicine queste debbono essere distanziate opportunamente per non avere troppa interferenza.

## Collegamento “punto-multipunto”

In una rete wireless ci possono essere delle eccezioni dettate sia dalla logistica che dalla morfologia del territorio in cui si trova un particolare nodo, oppure, semplicemente dall'impossibilità di montare più di un certo numero di device su un singolo nodo.

Nei collegamenti di questo tipo si avrà un singolo device che svolge la funzione di access point ed i client collegati ad esso saranno tutti impostati nella modalità station. Questa tipologia di collegamento si chiama punto-multipunto.



### Vantaggi:

- costo minore del nodo master rispetto ad un nodo multi device;
- minore rischio di interferenze tra un apparato e l'altro poiché non ci sono altri dispositivi radio sullo stesso palo.

### Svantaggi :

- performance non paragonabili ad un collegamento punto-punto a causa della suddivisione del [throughput](#) tra i vari client, ma comunque migliore della tipologia mesh per via del sincronismo imposto dai nodi che lavorano nella modalità access point;
- aumento del [lag](#) su tutti i client relativamente alla distanza del link più lungo ovvero tutti i client avranno lo stesso lag del link più lungo. La velocità di trasmissione (TX Rate) è negoziata tra access point e station per ciascun link singolarmente. Tuttavia, per via di alcune caratteristiche dello standard wireless 802.11, nella pratica **la reale velocità di trasmissione viene adeguata a quella del TX Rate più lento**. Tutto questo, per chi vuole approfondire, è noto come [performance anomaly di 802.11](#). Riassumendo in maniera molto semplificata: i pacchetti sono trasmessi a turno su ogni link, e questo comporta che la trasmissione del pacchetto sul link più veloce soffrirà di un [lag](#): dovrà aspettare che il pacchetto sul link più lento abbia “finito il suo turno”.

## Rete mista

Una rete mista è una rete che utilizza la metodologia punto-punto per la [dorsale](#) (anche nota come backbone), mentre utilizza la metodologia mesh in alcuni punti dove la densità dei nodi è molto alta, come ad esempio piccoli paesini rurali e centri abitati con alta densità di abitazioni.

Un esempio di questo tipo di rete in Italia è [Roma](#), dove la maggior parte dell'infrastruttura è costituita da collegamenti punto-punto ed alcuni punto-multipunto (con [antenne settoriali](#)), mentre le zone del [Tuscolo](#) e [Palestrina](#) utilizzano la metodologia mesh.

## Cenni di base sulle onde radio

Un'onda elettromagnetica possiede una certa **velocità**, una **frequenza** ed una **lunghezza d'onda**.

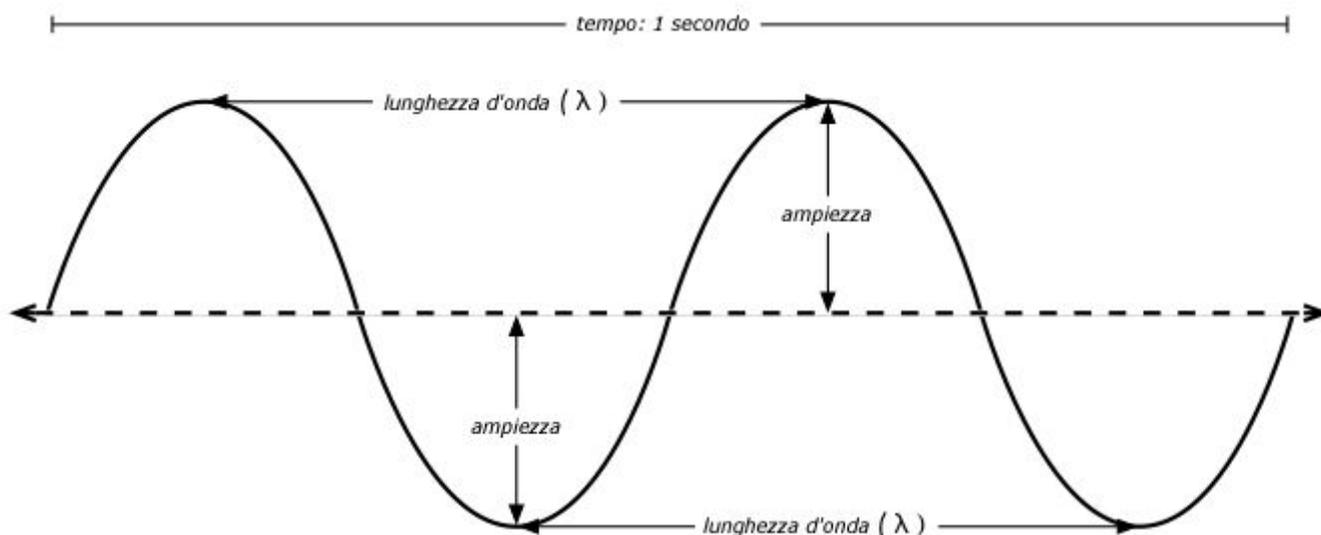
La **lunghezza d'onda**, indicata spesso con  $\lambda$  (lambda), è la distanza misurata da un punto dell'onda al punto equivalente dell'onda successiva, ad esempio da uno dei picchi fino al prossimo.

La **frequenza** è il numero di onde intere che attraversano un punto fisso in un dato arco di tempo.

La **velocità** è misurata in metri al secondo, la frequenza è misurata in cicli al secondo (o **Hertz**, abbreviato **Hz**) e la lunghezza d'onda è misurata in metri.

Le onde hanno anche una proprietà chiamata ampiezza. È la distanza tra il centro dell'onda all'estremità di uno dei suoi picchi, si può immaginarla come l'altezza di un'onda nell'acqua.

La relazione tra la frequenza, la lunghezza d'onda, e l'ampiezza è mostrata nella figura successiva:



## Larghezza di banda

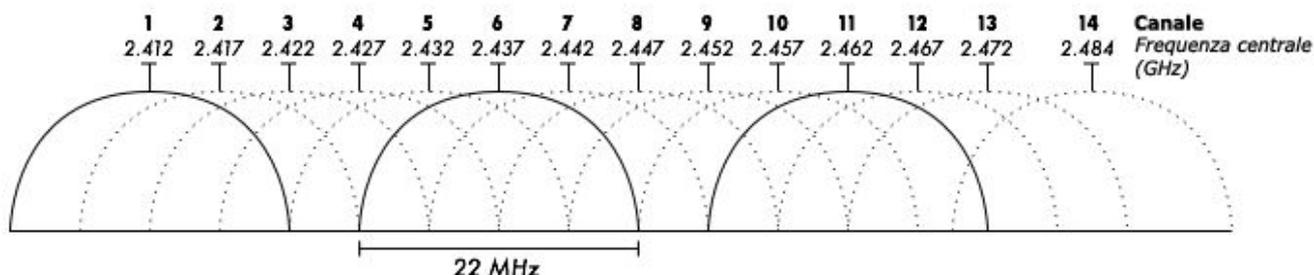
Un termine che incontreremo spesso nella fisica delle onde radio è la larghezza di banda. **E' semplicemente una misura dell'ampiezza della gamma di frequenze. Se**

un dispositivo utilizza una gamma da 2.40 GHz a 2.48 GHz allora la larghezza di banda sarà di 0.08 GHz (o, più semplicemente, 80MHz).

E' semplice notare che la larghezza di banda che stiamo definendo è in stretto rapporto con la quantità di dati che possiamo trasmetterci sopra; più "spazio" c'è tra le frequenze, maggiore sarà la quantità di dati che potremo farci entrare in un certo tempo. Il termine larghezza di banda è usato spesso per qualcosa che invece dovremmo chiamare velocità di trasferimento dati (data rate), cosicchè con "la mia connessione a Internet ha una larghezza di banda di 1 Mbps" intendiamo che può trasmettere dati a 1 megabit al secondo.

## Frequenze e canali

Diamo un'occhiata un pò più da vicino al come viene utilizzata la banda a **2.4 GHz** nello standard 802.11b.



*Canali e frequenze centrali dello 802.11b. Notiamo che i canali 1, 6, e 11 non si sovrappongono.*

Lo spettro è suddiviso porzioni di eguale dimensione e uniformemente distribuiti. Notiamo come i canali sono larghi 22 MHz e sono separati da solo 5 MHz: **ciò significa che i canali adiacenti si sovrappongono e possono interferire l'uno con l'altro.**

## Banda ISM o spettro libero

In telecomunicazioni la Banda ISM (**I**ndustrial, **S**cientific and **M**edical) è il nome assegnato dall'**Unione Internazionale delle Telecomunicazioni** (ITU) ad un insieme di porzioni dello spettro elettromagnetico riservate alle applicazioni di radiocomunicazioni non commerciali, ma per uso industriale, scientifico e medico.

Le frequenze che si trovano all'interno della banda ISM **sono destinate ad un uso libero e gratuito**.

La maggior parte delle altre regioni dello spettro elettromagnetico sono strettamente regolamentate da leggi e concessioni, con licenze dai costi notevoli, soprattutto per quelle porzioni dello spettro utilizzabili per trasmissioni radio, TV e per comunicazione di voce e dati.

**L'unico limite imposto all'utilizzo della banda ISM è la potenza.** Questi limiti variano da stato a stato, ma negli stati facenti parte dell'Unione Europa sono stati recentemente armonizzati.

Potete trovare più informazioni in merito ai limiti sulla potenza alle seguenti pagine:

- <http://www.comunicazioniliguria.it/wifi.htm>
- [http://www.noinet.eu/on/?page\\_id=1174](http://www.noinet.eu/on/?page_id=1174)

## Tipologie di frequenze comunemente utilizzate:

- 2.4 GHz
- 5 GHz
- 17 GHz

## 2.4 GHz

E' la banda utilizzata più comunemente nei computer e nei dispositivi mobili.

### *Vantaggi*

- la banda di frequenza bassa la rende utilizzabile per lunghe distanze
- alta disponibilita' di apparecchiature a prezzi ragionevoli.

### *Svantaggi*

- basso limite EIRP (max. 20 dBm)
- half duplex
- stretta ampiezza di banda, che comporta bassa disponibilita' di canali e bassa velocita' di trasmissione
- principalmente usata per le trasmissioni Punto-MultiPunto, grossa possibilità di interferenze

- necessita' di grosse parabole a partire da 120 cm

## 5 GHz

Comumente utilizzata per i dispositivi wireless outdoor per collegamenti punto punto e punto - multipunto.

Dal 2011 in poi anche questa banda viene comumente utilizzata dai computer e dai dispositivi mobili.

### *Vantaggi*

- bassa Frequenza ottima per le lunghe distanze
- alto limite EIRP (max. 30 dBm)
- utilizzabile per alte velocità trasmissive
- molti apparati di diverse fasce di prezzo disponibili sul mercato

### *Svantaggi*

- utilizzate anche per il PtMP molto soggette ad interferenze.
- da utilizzare con parabole da 90 cm. a salire

## 17 GHz

Banda utilizzata prevalentemente per ponti radio punto punto.

### *Vantaggi*

- utilizzabile per alte velocità di trasmissione full duplex
- parabole a partire da 30 cm
- non utilizzata per i PtMP quindi bassa interferenza

### *Svantaggi*

- basso Limite EIRP (20 dBm max)
- la combinazione di alta frequenza e basso limite EIRP rende utilizzabile questa frequenza per piccole distanze
- costi di gran lunga più elevati rispetto agli apparati a 2.4 GHz e 5 GHz

# Tipologie di Nodi Ninux

In [Ninux](#) classifichiamo i nodi principalmente in due tipi:

1. Supernodi
2. Nodi Semplici (o nodi "foglia")

## Supernodi



I **supernodi** sono la colonna portante della rete, sono postazioni progettate e costruite per ospitare più antenne atte a redistribuire il segnale ad altri nodi in diverse direzioni.

I supernodi sono collegati tra di loro tramite antenne direzionali dedicate che creano connessioni punto-punto; altre antenne diffondono il segnale per collegare i nodi foglia.



Essendo fondamentali per il corretto funzionamento della rete, i supernodi, a differenza dei nodi semplici, sono costruiti seguendo rigide procedure per evitare eventuali malfunzionamenti e facilitare un eventuale futuro ampliamento.

## Nodi semplici o “foglia”



I **nodi semplici** non sono predisposti ad ospitare più di un'antenna e quindi risultano

meno costosi e più facili da costruire.

Purtroppo però non sono molto utili nel caso di reti wireless con collegamenti punto-punto, poichè non possono contribuire alla crescita della rete in quanto montano un solo device.

Per questo motivo nelle reti punto-punto i nodi semplici vengono anche chiamati **nodi “foglia”**, poichè guardandoli nelle rappresentazioni della topologia della rete ricordano le foglie alle estremità degli alberi.

Risultano però sufficienti a redistribuire il segnale ad altri nodi nel caso di [reti mesh](#) in cui vengono utilizzate prevalentemente [antenne omnidirezionali](#) che distribuiscono il segnale a 360°.

Il costo dei materiali di un nodo semplice si aggira mediamente tra i 100€ ed i 200€, mentre il costo di un supernodo si aggira in media tra i 250€ ed i 400€.

Questi costi vengono forniti a carattere puramente indicativo, **il costo reale può variare** in base ai fornitori, le zone geografiche, l'aumento del prezzo delle materie prime e così via.

Per maggiori informazioni sui costi si consulti la pagina [“Quanto costa un nodo?”](#).

In questa guida ci concentreremo sui **supernodi**. Con le competenze acquisite durante la costruzione di un supernodo si potranno costruire nodi semplici senza troppe difficoltà.

## **“Chi poco spende, tanto spende”**

Un consiglio dettato dall'esperienza, è di spendere un po' di più inizialmente sulla qualità dei materiali per assicurarsi un nodo resistente alle intemperie e duraturo nel tempo.

Infatti, risparmiare sulla qualità dei materiali, o peggio ometterne l'installazione di alcuni (come ad esempio le tiranterie per il palo o le guaine protettive per i cavi) è controproducente in quanto non solo si ottiene il risultato di spendere di più per la manutenzione perché i materiali scadenti durano poco, ma si possono mettere in

pericolo anche le persone che vivono intorno all'installazione.

A titolo di esempio, con tiranti inadeguati (o assenti), il palo risulta sensibile al vento, il che comporta due ordini di grandezza di problemi: dall'ondeggiamento e conseguente perdita di qualità del link, fino alla caduta del palo in caso di forti raffiche di vento.

Sempre a titolo di esempio, la guaina protettiva (figura a lato) del cavo serve a proteggerlo dall'azione combinata dei raggi ultravioletti del sole e degli agenti atmosferici, che dopo pochi mesi sono in grado di sgretolarne la copertura esterna arrivando, in alcuni casi, a scoprire il rame dei fili interni.



## Mappa dei nodi

Per poter creare o ampliare una rete comunitaria è importante segnalare la propria posizione sul [MapServer](http://map.ninux.org) (map.ninux.org), in modo da rendere noto ad altri il proprio nuovo nodo potenziale.

Nella parte destra della pagina è presente, in alto, un pulsante "**Aggiungi un nuovo nodo**".

## Analisi della morfologia del territorio

La prima cosa da fare per verificare la fattibilità di un collegamento è di **controllare che la morfologia del territorio (naturale ed urbana) non presenti ostacoli significativi** per le onde radio.

Per effettuare collegamenti sulle frequenze libere a **2,4 GHz** e **5 GHz** è necessario che le antenne siano visibili tra loro e che non ci siano ostacoli significativi come colline, palazzi, alberi e così via che possano ostacolare la [Zona di Fresnel](#). Per una prima verifica di visibilità ottica vi sono diverse applicazioni utili, fra cui [SICE AirGHz](#), [Ubiquiti AirLink](#) o semplicemente [Google Earth](#). Con esso possiamo ricavare una panoramica abbastanza attendibile della morfologia naturale del terreno e costruzioni urbane, dove è possibile individuare gli ostacoli interposti nel link radio che stiamo andando ad instaurare.

Procediamo con i seguenti passi:

## 0. Innanzitutto installare [Google Earth](#)

1. Scaricare il file “kml” contenente i dati dei nodi della rete Ninux cliccando nella parte in alto a destra del [map-server](#) sul tasto [feed KML](#), così come indicato nello screenshot seguente:



2. Aprire il file o trascinarlo dentro Google Earth. Ora appariranno tutti i nodi attivi, i nodi

potenziali, gli hotspot ed i collegamenti di Ninux.org

**2a.** È possibile ottenere il medesimo risultato utilizzando, nel menù di Google Earth, la funzione *Aggiungi >> Link di rete* ed inserire il seguente link

“ <http://map.ninux.org/nodes.kml> ”. In questo modo ogni volta che apriremo Google Earth il file kml verrà aggiornato automaticamente alla versione attuale e coerente con il map server.

**3.** Dalla **Barra Laterale** sotto **Luoghi temporanei** togliere la spuntatura a tutto tranne che a **Nodi Attivi**

**4.** Individuare il nodo al quale ci si vorrebbe collegare

**5.** Dal menu **Strumenti** selezionare **Righello**. Il puntatore del mouse diventerà un mirino

**6.** Cliccare nel punto esatto del segnaposto del nodo al quale ci si vuole collegare; occorre essere precisi (aumentare il livello di zoom se necessario)

**7.** Trascinare la mappa fino al punto dove si troverà il nuovo nodo e cliccare; anche in questo caso occorre essere precisi

**8.** Nella finestra del righello sarà visualizzata la distanza tra i due punti; ora cliccare su **salva** sempre nella finestra del righello, quindi inserire un nome per salvare il **percorso**

**9.** Dalla **barra laterale** cliccare con il tasto destro del mouse sul percorso appena salvato, quindi cliccare su **“Mostra profilo elevazione”**.

Apparirà nella parte bassa dello schermo il profilo altimetrico del territorio indicato dalla linea di collegamento tra i due punti selezionati sulla mappa. Da questo sarà abbastanza semplice riuscire a capire se ci sono ostacoli importanti tra i due nodi. Se il profilo di elevazione sembra troppo grezzo e poco dettagliato, zoomare ingrandendo la mappa e percorrere tutta la linea che si sta analizzando; dunque chiudere il profilo di elevazione e rifarlo.

Un altro metodo meno “visivo” per fare questa verifica è andare sulle proprietà del percorso appena creato, selezionare il tab “Altitudine” e impostare “0m Rispetto al suolo”. Se il percorso non presenta buchi allora vuol dire che non ci sono ostacoli.

Se non ci sono ostacoli possiamo affermare che il link è fattibile, per lo meno sulla carta. I dati recuperati dai satelliti non sono affidabili al 100% e possono variare di una decina di metri rispetto alla realtà, per questo è necessario fare un'ulteriore verifica recandosi sul posto per un sopralluogo e per fare possibilmente delle foto.

## Il sopralluogo

Dopo aver effettuato la fattibilità sulla carta del collegamento ci si reca sul posto per effettuare un sopralluogo, possibilmente di giorno e **muniti di macchina fotografica** in modo da **poter fare delle foto** da poter mostrare al resto delle persone che ci aiuteranno durante l'installazione (caricandole sulla [fotogallery](#)).

Volendo durante il sopralluogo è anche possibile effettuare una prova di collegamento, a patto che sull'altro nodo ci sia già un'antenna puntata verso l'area del sopralluogo.

## E' davvero necessario un sopralluogo?

Il sopralluogo è necessario per due motivi:

1. **verificare che non ci siano ostacoli visivi** non visibili o non evidenziati dallo studio fatto in precedenza (es. Google Earth non possiede un'accuratezza sufficiente per i nostri scopi, in quanto alcuni elementi architettonici e/o elementi naturali non sono tracciati).
2. **effettuare uno studio per determinare i materiali necessari per l'installazione, le domande a cui dovete trovare risposta sono le seguenti:**
  - quanti metri di cavo servono?
  - quanti metri di tubo [corrugato](#)?
  - che tipo di staffe?
  - quanto può essere lungo il palo?

- quale è il percorso più breve per far passare i cablaggi fino all'abitazione?

## Cosa portare con sé?

Oggetti utili da portare al sopralluogo:

- un **metro** per la stima dei cablaggi
- un **binocolo** per la verifica della visibilità
- una **macchina fotografica** per documentare lo stato del tetto e della visibilità
- **antenna wifi** (Ubiquiti Nanostation, NanoBridge, Air Grid, PicoStation) per eventuale test di collegamento
- supporto di appoggio per montare l'antenna per il test, ad esempio un **treppiedi**
- gruppo di continuità UPS con batteria carica oppure una prolunga per l'alimentazione elettrica (deve essere abbastanza lunga per portare il cavo dall'abitazione al tetto)

## Cosa fare una volta arrivati sul luogo?

1. Verificare che ci sia una buona visibilità verso il nodo a cui vogliamo collegarci;
2. Se non si è sicuri che il link sia fattibile o se si è alle prime armi si può provare a fare una prova di collegamento;
3. Verificare che sia possibile ancorare un nuovo palo che ospiterà le antenne wifi del nodo; a tal proposito bisognerà scegliere il luogo giusto dopo un'analisi accurata del tetto cercando di mantenersi quanto più distante dalle installazioni di antenne televisive o satellitari presenti su di esso;
4. Verificare che la struttura scelta per accogliere il palo sia abbastanza resistente;
5. Verificare la presenza o meno della canalizzazione dell'edificio, ovvero che il palazzo sia cablato internamente e che quindi ci siano dei corrugati o cavidotti liberi per far passare i cavi del nodo;
6. Se non è presente alcuna canalizzazione dell'edificio bisognerà decidere dove far passare i cavi esternamente cercando il percorso più adatto senza alterare l'aspetto

esteriore dell'edificio;

7. Documentare il tutto con delle foto del tetto, degli interni e della visuale verso il nodo a cui ci si vuole collegare; le foto saranno utili per poter studiare i dettagli nei giorni successivi e fare valutazioni per future implementazioni di apparati sullo stesso nodo.

## La Pianificazione

La valutazione di un nuovo nodo consente di avere un'idea preventiva di tutti i materiali necessari alla riuscita dell'impianto, permettendoci di avere un'idea della spesa economica e di ciò che si vuole realizzare, sia che si tratti di un [Nodo "foglia"](#), sia che si tratti di un [Supernodo](#) .

Tutto questo può risultare più semplice se vi è una sinergia di organizzazione tra tutti gli attori coinvolti:

- **Squadra Hardware**
- **proprietario nuovo nodo**
- **proprietario nodo attivo a cui ci si collega**

E' inoltre necessaria una **preparazione preventiva degli apparati**, possibilmente lasciando che il nuovo membro della community impari a configurarli **autonomamente** in modo da **responsabilizzarlo** e renderlo **autonomo** sulla manutenzione software del proprio nodo.

## Lasciare che i nuovi arrivati imparino

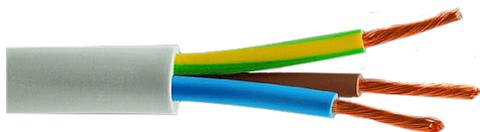
Dare **"la pappa pronta"** ai nuovi arrivati non è benefico per la community perché i nuovi arrivati non imparano, non si responsabilizzano, appena avranno un problema chiederanno chi ha montato il nodo e non saranno a loro volta in grado di aiutare i nuovi arrivati a montare nuovi nodi.

Se vogliamo fare un esempio, è come quando una mamma troppo premurosa, non lasciando ai figli l'opportunità di sbagliare ed imparare, cresce dei figli immaturi e rammolliti che non sapranno affrontare i problemi della vita autonomamente.

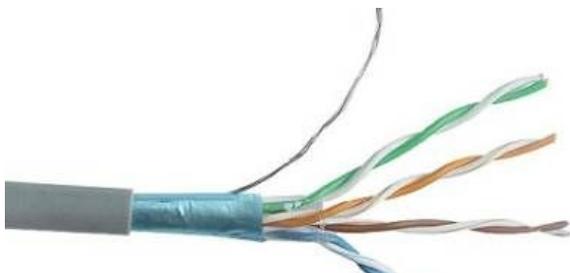
Questo significa anche lasciare che i nuovi arrivati possano sbagliare (in sicurezza) ed imparare da i propri errori.

## Verifica dei materiali necessari

Ecco di seguito una lista essenziale dei materiali di cui avremo bisogno per il nostro nodo:



**Cavo elettrico** FG7OR 0.6/1 kV sezione 0,75 mmq [tripolare](#) (F+N+PE)



**Cavo Ethernet FTP** Cat 5E semirigido schermato (non di tipologia differente, potrebbe altrimenti piegarsi o subire rotture nelle guaine) - Link di Fornitore: [Cavo FTP](#)



**Guaina corrugata da esterni diametro 10 mm** (Lancio cavo FTP scatola - device)

**Guaina corrugata da esterni diametro 16 mm** (Discesa cavo elettrico + cavo FTP scatola - abitazione)

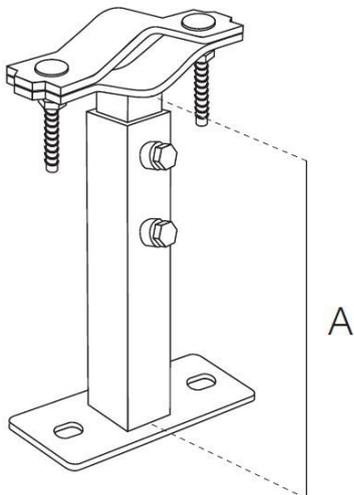


**Scatola stagna Liscia IP 55** (300 \* 220 \* 120)



Drawn from DWH Osculati SpA

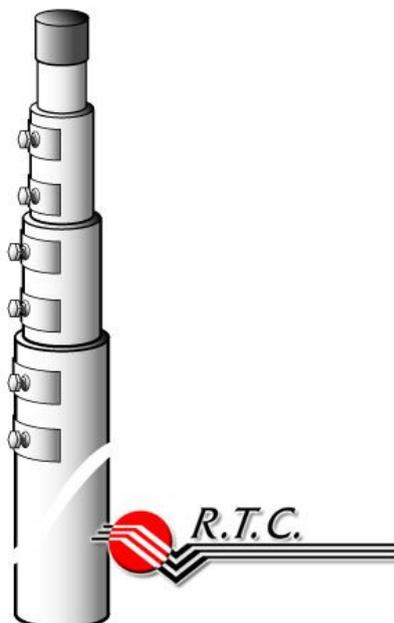
**Giunti per collegamento scatola-guaina**  
diametro da 10 e 16 mm



**Staffe da muro a T**

Lunghezza a partire da 15 cm fino a quanto serve.

Catalogo: <http://www.dinafava.it/index.htm>



**Palo telescopico**

minimo 3 sezioni da 2 metri cadauna per garantire  
massima stabilità



### **Kit Ralla Tris**

Deve comprendere tutto il necessario per immobilizzare il palo con tiranterie in acciaio:

- 1 ralla tris
- 6 morsetti bloccafune
- 6 redance
- 3 funi in acciaio



**Set di stop Fischer** o qualsiasi tipo e marca di tassello o altro sistema di fissaggio per fissare stabilmente la carpenteria alla muratura o altra struttura preesistente.



Possono essere idonei, ad esempio, tasselli a espansione in plastica per muratura con vite a golfare per gli stralli o tasselli per calcestruzzo armato con bullone a testa esagonale da 9 a 12 mm per fissare le staffe alla base del palo



### **Stop (tasselli) + viti diametro 6mm**

servono per fissare scatola e Gilet ferma guaine (Clips fissatubo a fascetta) fasce in plastica ancorabili a muro con stop da 6 mm



**Mastice acrilico** per materiali edili per l'ancoraggio degli stop



**Fascette a strappo** in plastica bianca con lunghezza minima 25cm



**Nastro isolante/autoagglomerante**



**Gilet** (clip fissatubo a fascetta, fasce in plastica)

ancorabili a muro con stop da 6mm e vite)



**Gel scorricavo** per eliminare gli attriti ed agevolare il passaggio dei cavi nelle guaine (o sapone liquido)



**Sonda pilota** (30Mt rigida) per agevolare il passaggio dei cablaggi nelle guaine e nei cavidotti in generale. (questa in foto è semirigida in fibra di vetro)



**Pinza crimpatrice per connettori RJ45**



**Plug RJ45** in plastica semplice e **schermati**



**Portafrutto liscio portaprese (4 o 6 posti)**



**Biprese elettriche da alloggiare nel portafrutto**



**Spine elettriche salvaspazio o spine piatte**



**Uno switch di rete 10/100 (meglio ancora se Gigabit) con 5-8 Porte Ethernet**

# Quali device ed antenne scegliere?

In questo capitolo si descrivono le varie tipologie di antenne a disposizione a seconda della tipologia di link che si vuole realizzare.

Al momento di stesura di questa guida (2014) quelli elencati di seguito sono alcuni esempi di device con antenna integrata o da integrare in uso:

Device con antenna integrata:

- [Nanostation](#) (settoriale a 45°)
- [Picostation](#) (con antenna omnidirezionale sostituibile con altra antenna)
- [AirGrid](#) (direttiva 5°)
- [NanoBridge](#) (direttiva 5°)
- NanoBeam

Device con antenna esterna:

- [Rocket](#) (device MIMO 2x)

antenne consigliate

- Settoriale: [Sector](#) 90° o 120° da 16 a 20 db
- Direttiva: [Dish](#) da 24 a 34 db su 5°
- Antenna Omni: <http://www.ubnt.com/airmax#omni>

- [Bullet](#)

antenne consigliate

- qualsiasi abbia un connettore tipo 'N' e che sia "single channel"
- [Antenne 5Ghz](#)  
[Antenne 2.4Ghz](#)

In linea di massima le antenne che possiamo scegliere a seconda delle esigenze del link da stabilire sono le seguenti:

- **Link punto-punto**
  - Antenne il più possibili direttive ([yagi](#), [gregoriana](#), [paraboliche](#))
- **Link punto-multipunto**
  - Antenna [settoriale](#) lato master (access point)

- Antenna direttiva lato client (station)
- **Link mesh**
  - Antenne omnidirezionali

## Configurazione firmware

Riguardo i device Ubiquiti, ad oggi, possiamo contare sui seguenti link:

<http://wiki.ninux.org/HowToConfigurazioneAirOS>

<http://wiki.ninux.org/ShellMode>

<http://wiki.ninux.org/FirmwareSburratone5.5.2>

Se invece abbiamo scelto di montare sui device un firmware open source come **OpenWrt** abbiamo a seguire due linee guida che possono aiutarci nella configurazione:

<http://wiki.ninux.org/FirmwareSburratone5.5.2>

<http://wiki.ninux.org/ScriptAutoConfig>

<http://wiki.ninux.org/unifihotspot>

<https://gitorious.org/eigennet/pages/Home>

Una terza possibilità è utilizzare il nuovo firmware (attualmente ancora in fase di sviluppo) **Libre-Mesh** (basato su OpenWrt), informazioni sul progetto possono essere reperite qui:

<http://libre-mesh.org/projects/libre-mesh>

qui è possibile scaricare le immagini pronte per essere installate sui devices:

<http://downloads.libre-mesh.org/>

qui le istruzioni per creare le immagini partendo dal codice sorgente:

[http://libre-mesh.org/projects/libre-mesh/wiki/Compile\\_Manually](http://libre-mesh.org/projects/libre-mesh/wiki/Compile_Manually)

## Il Montaggio

Dopo aver effettuato il sopralluogo, aver comprato e preparato tutto il materiale passiamo finalmente alla fase di montaggio del nodo.

Se volete vedere un **esempio di squadra ninux che monta un nodo** potete consultare questi video:

- [Sephiroth Node HD](#)
- [Pointbreak](#)

Gli argomenti di questa sezione sono i seguenti:

- fissaggio palo e staffe
- Installazione delle antenne e ralla tris sul palo
- preparazione prese elettriche
- preparazione e fissaggio scatola stagna
- misura della guaina corrugata
- misura del cavo FTP
- passaggio del cavo FTP
- intestazione cavo FTP
- dressing delle guaine dalla scatola alle antenne
- fissaggio tiranti
- verifica finale collegamento
- pulizia del tetto

## Fissaggio palo e staffe



Abbiamo scelto in fase di sopralluogo il punto in cui installare il nostro nodo, quindi si provvederà a forare il muro per il successivo montaggio delle staffe che supporteranno il palo che alloggerà i device.

Applichiamo una piccola quantità di mastice acrilico per materiali edili all'interno del foro, inseriamo lo stop in acciaio da almeno 12mm di lunghezza in modo che non sporga dal muro, eventualmente aiutandoci con un martello.

## Installazione delle antenne e ralla tris sul palo



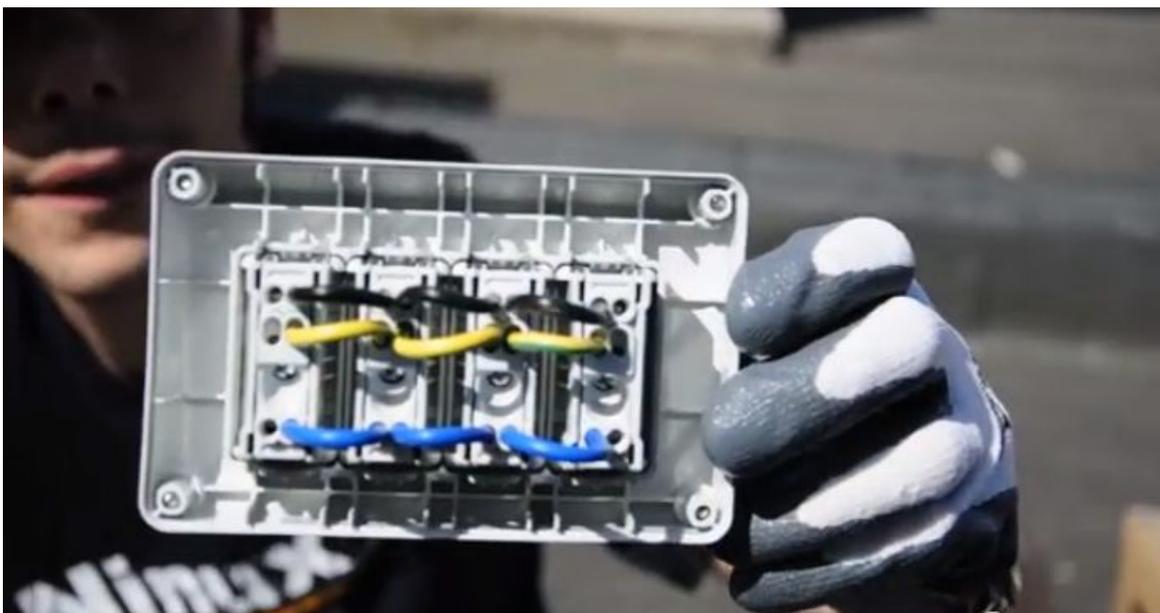
Installiamo i device sulla sezione più stretta del palo, facendo attenzione che siano distanziati tra loro di almeno 2 volte la lunghezza degli stessi.

Circa a  $\frac{2}{3}$  della lunghezza complessiva del palo assicurare la ralla tris e morsettare i cavi di acciaio con le relative redance.

Nel caso di installazioni di rilevante altezza, cioè con pali di altezza superiore ai 6mt, si consiglia vivamente di applicare una seconda ralla applicando le stesse regole della prima partendo, in questo caso, dall'altezza della prima ralla.



## Preparazione prese elettriche



[Guarda il video: "Preparare le prese elettriche di un nodo Ninux"](#)

Ora è il momento di montare i "frutti" delle prese nel "cestello" del punto-luce da realizzare: spelliamo completamente 20 cm di cavo elettrico per ottenere i 3 fili (giallo-verde, blu, marrone) con i quali "ponticelleremo" i frutti collegandoli in parallelo.

Per far ciò, collegare i connettori centrali delle prese al cavo della terra, identificabile dal colore giallo-verde che dovrete usare anche qui, quindi collegare con dei "ponticelli" i connettori superiori al cavo di una delle due fasi.

Infine collegare, sempre "ponticellando", i connettori delle prese inferiori al cavo dell'altra fase.

Se avete difficoltà a capire il procedimento [guardate il video](#). La cosa migliore è andare a fare qualche nodo insieme agli altri ninuxers ed imparare sul campo.

## Preparazione e fissaggio scatola stagna

Posizioniamo le prese elettriche nella scatola stagna, stando attenti a lasciare abbastanza spazio per lo switch che permetterà alle antenne del nodo di comunicare tra di loro via ethernet.



Poggiamo il porta frutti nella scatola stagna e puntiamo con un pennarello indelebile almeno 2 dei 4 fori presenti sul porta frutti quindi rimuoviamo le prese elettriche e, muniti di trapano, foriamo la scatola stagna esattamente nei punti segnati un attimo fa.

La scatola stagna va posizionata in un punto di facile accesso (altezza uomo) in prossimità del palo e fissata al muro con gli stop da 6mm.

Quindi effettuiamo altri 4 fori sulla scatola con la punta da 6 per agevolare l'inserimento delle viti.

Poggiamo la scatola al muro e segniamo, tramite i fori effettuati, i 6 punti da forare per inserirci gli stop da 6mm.

Mettiamo del sigillante lungo il perimetro interno del retro della scatola stagna (quello che va a contatto al muro) e fissiamo al muro la scatola stagna con le 4 viti nei 4 angoli estremi.



Per impedire eventuali infiltrazioni d'acqua mettiamo del sigillante anche su tutto il perimetro esterno della scatola stagna (quello a contatto con il muro).

Possiamo anche già fissare la scatola porta frutti per le prese elettriche. Con la punta conica foriamo i lati della scatola stagna per i giunti guaina-scatoia e fissiamoli.

## **Misura della guaina corrugata**

Una volta fissata la scatola stagna prendiamo la misura del corrugato dal device alla scatola fissando temporaneamente la guaina da 10mm con del nastro in corrispondenza del posto del device sul palo avendo cura di lasciare un congrua ricchezza per tale da consentirci il "gomito" anti reflusso.

Alziamo il palo alla misura predestinata e tagliamo la guaina in corrispondenza della scatola stagna lasciando abbondanti 20 cm come ricchezza d'avanzo che ci tornerà utile durante il dressing dell'impianto.

## Misura del cavo FTP



Per misurare la lunghezza del cavo FTP 5E necessario tra scatola ed apparati prendiamo la stessa misura della guaina lasciando una ricchezza di cavo di almeno 20 cm abbondanti dalla guaina da 10 mm ed iniziamo a passarvi dentro il cavo FTP.

## Passaggio del cavo FTP

Per passare correttamente il cavo all'interno della guaina prendiamo alcune precauzioni quali:

- chiudere il capo del cavo con del nastro isolante
- immettere nella guaina del gel scorricavo
- posizionarsi in condizioni di gravità per far scendere il cavo nella guaina (operazione da far in 2 persone: una in posizione eretta o elevata che passa il

capo del cavo nella guaina, l'altra ,in posizione decisamente più bassa rispetto la prima, che tenda la guaina per favorirvi il passaggio del cavo)

## Intestazione cavo FTP



Passiamo quindi ad intestare il cavo FTP con i connettori RJ-45.

La [crimpatura](#) del connettore, sia lato device che lato scatola, va effettuato rispettando lo standard T-568B del seguente schema:

<http://pomathron.wordpress.com/2007/10/23/como-hacer-un-cable-de-red-tipo-a-b/>

<http://pomathron.files.wordpress.com/2007/10/rj45.gif>

Calcolando un avanzo di cavo FTP 5E tra connettore e guaina di circa 8cm sigillare ed isolare con molta cura questa distanza onde evitare che penetri dell' acqua in caso di pioggia.

Per far ciò possiamo utilizzare del nastro isolante di ottima qualità o del nastro autoagglomerante.



Una volta connesso il cavo all' apparato effettuiamo in corrispondenza dell' apparato il "gomito" e caliamo la guaina contenente il cavo ftp lungo il palo ancorandola con le fascette alternate a del nastro isolante (30cm nastro 30cm fascetta) fino a giungere alla scatola dove vi entreremo dal giunto prima fissato e chiudiamo il giunto avvitandolo sulla guaina.

Intestiamo il cavo all'interno della scatola con il plug RJ-45 seguendo lo stesso schema che abbiamo usato in precedenza ed utilizzando un pezzo di nastro isolante, o una etichetta, contrassegnamo il cavo con il nome del device in modo da contraddistinguerlo poiché quello sarà il cavo che oltre ai dati porterà alimentazione all' apparato.

Foriamo la scatola stagna con la punta conica per inserire il giunto da 16mm ed iniziamo a passare il cavo elettrico assieme a quello ftp fino all'abitazione per la via più breve precedentemente scelta in fase di sopralluogo.

Effettuato il passaggio dei cavi fino all' abitazione [crimpiamo](#) per prima cosa il cavo FTP 5E lato abitazione.

Tornati sul tetto colleghiamo alle prese il cavo di corrente e [crimpiamo](#) il connettore sul cavo FTP 5E.

Effettuati tutti i collegamenti possiamo montare la presa di corrente sul cavo all' interno dell'abitazione e collegarlo alla rete elettrica e ritornare sul tetto per le verifiche.

Puntiamo il device verso il nodo attivo ed [ancoriamo](#) il tutto.

Passiamo un paio di giri di nastro isolante sul bordo di chiusura della scatola onde evitare eventuali infiltrazioni.

E' opportuno anche effettuare un piccolo foro del diametro massimo di 4mm in basso alla scatola per evitare eventuali ristagni di condensa o favorire l'espulsione di acqua nel caso riesca ad entrare nella scatola.

## **Dressing delle guaine dalla scatola alle antenne**

Il dressing è il termine con il quale "vestiamo" e fissiamo con la massima cura tutte le guaine ed i cablaggi provenienti dalle antenne alla scatola stagna.

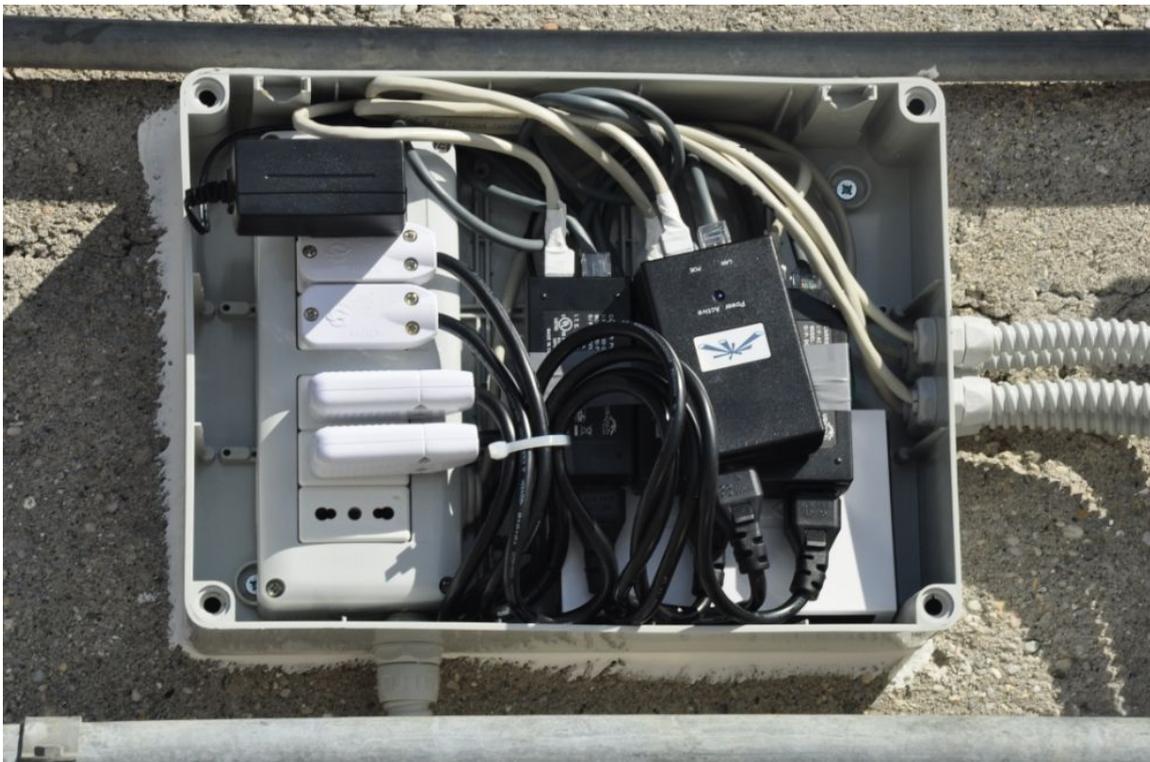
In questa fase occorre prestare la massima attenzione a non piegare nessun cavo.

Partendo dalle antenne occorre ordinare tutti i cablaggi in modo che seguano una discesa pulita ed ordinata verso il basso fissandoli con fascette di nylon a strappo e nastro isolante in abbondanza.

E' bene alternare il metodo di fissaggio lungo il palo seguendo questo schema:

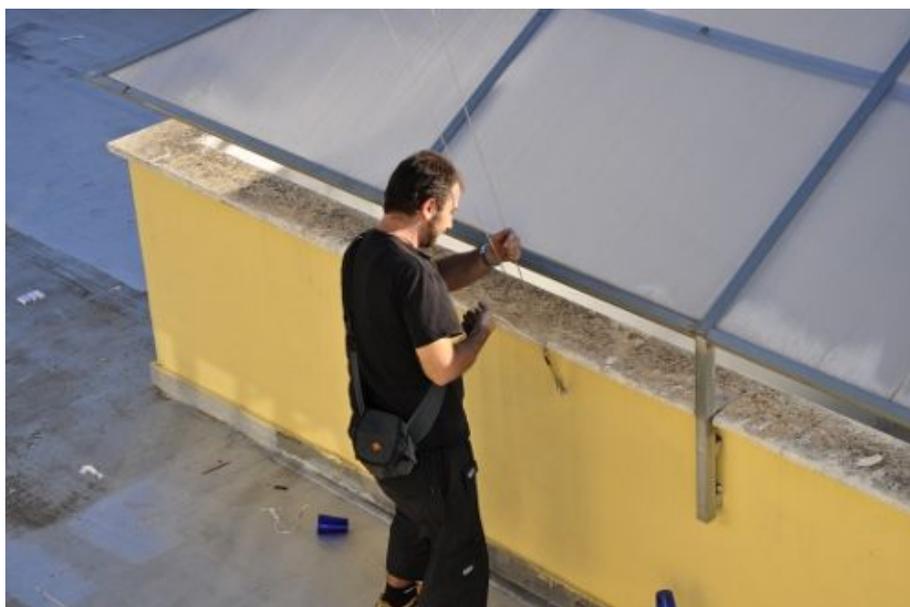
antenne<>fascetta a strappo per ancorare cablaggi al palo<>distanza 30cm<>nastro

isolante per ancorare i cablaggi al palo<>distanza 30cm<>fascetta a strappo e così a seguire fino alla scatola stagna contenente tutte le alimentazioni.



Per quanto riguarda il dressing del cablaggio proveniente dall' abitazione occorre prestare massima attenzione a fissare la guaina in più punti aiutandosi con fascette a strappo e [clips fissatubo a fascetta](#) (gilet) ancorabili con stop.

## Fissaggio tiranti



Prendiamo i tiranti e tiriamoli in direzione dello spigolo della ralla facendo in modo che sia il naturale proseguimento della ralla stessa.

Cerchiamo quindi il punto dove metteremo lo stop per il fissaggio.

Ripetiamo la procedura per tutti i tiranti.

Tiriamo i tiranti quanto basta stando attenti a non deformare il palo che deve rimanere quanto più in verticale possibile:

diciamo con forza: **no ai pali a banana! :-)**

## Verifica finale collegamento



Procediamo a fare il login sugli apparati, via interfaccia web o SSH, a seconda delle nostre capacità e preferenze, verificiamo che la nostra antenna si è associata (termine tecnico che indica lo stabilimento di un collegamento wireless) al nodo a cui vogliamo collegarci.

In caso di più collegamenti dovremo verificare che tutti i link siano stati stabiliti.

Per farlo possiamo utilizzare i tool integrati nel firmware delle antenne, se presenti, con [iperf](#) via command line o semplicemente con [iwconfig](#) [interface\_name].

## Pulizia del tetto

Una volta finito il montaggio del nodo **procediamo con la pulizia del tetto** da tutti i residui che si saranno accumulati durante la giornata.



[Torquato ci spiega perchè è importante pulire dopo aver montato un nodo](#)

**Questo punto non va sottovalutato perché è bene lasciare il tetto in condizioni anche migliori di come lo si è trovato sia per buona educazione sia per buona cura dei rapporti condominiali.**

Inoltre se si lasciano residui che causano danni al tetto, alcuni condomini potrebbero usare quest'argomentazione contro il vostro nodo ninux ed è meglio evitare che questo avvenga amenochè non vogliate cominciare una guerra contro i vostri condomini, rischiando anche di ricevere improvvisi sabotaggi o manomissioni al vostro nodo.

Procediamo quindi col raccogliere tutta la spazzatura con delle scope in delle buste che

provvederemo a buttare nella spazzatura.

Ecco un buon esempio di quello che intendiamo lasciare il tetto in condizione migliore di come lo si è trovato:

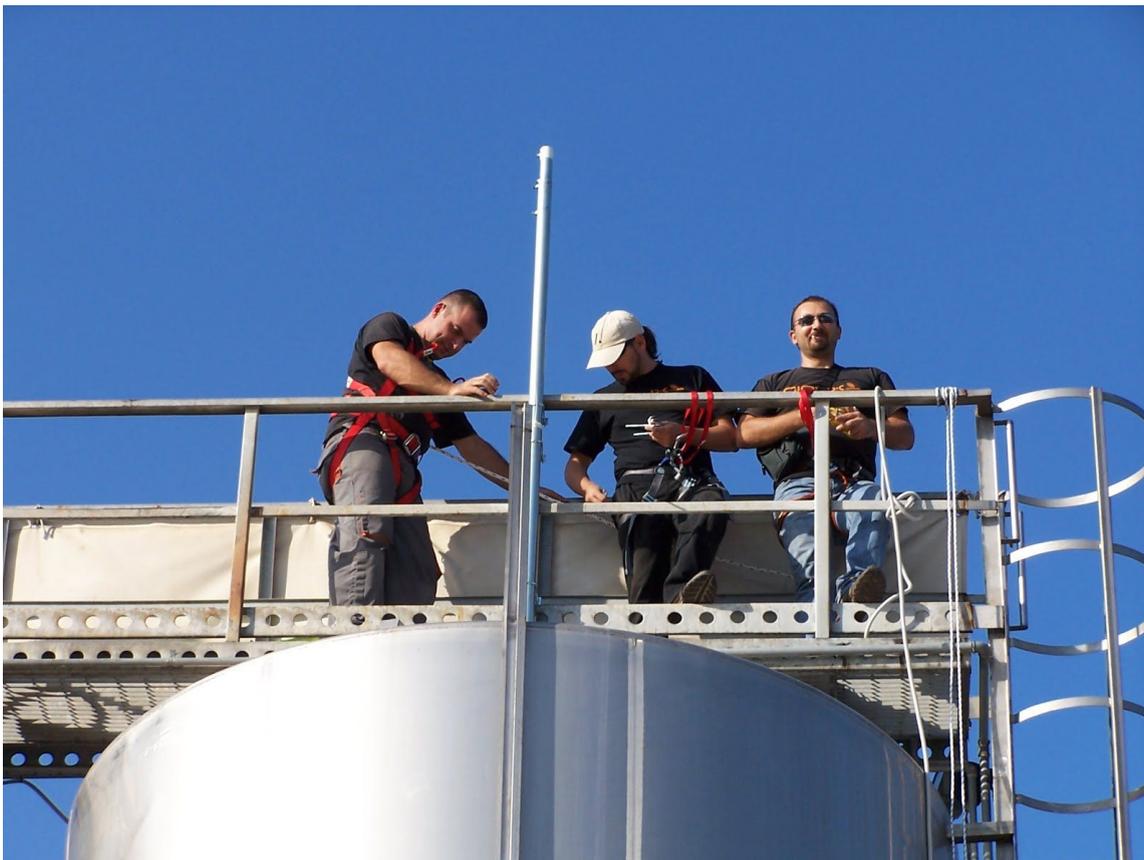


In questo caso la squadra di volontari che ha montato il nodo ha deciso di raggruppare tutta la spazzatura trovata sul tetto per poi portarla ai cassonetti.

Speriamo solo che il vostro tetto non sia così sporco! :-)

# Norme di Sicurezza

Divertiamoci ma con piccole accortezze senza fare male a se stessi o agli altri.



*3 storici ninuxers che si godono il panorama in completa sicurezza*

Ecco **10 semplici consigli per salvaguardare la sicurezza** durante il montaggio o la manutenzione di un nodo:

1. Una volta terminato il tutto è buona educazione pulire ed eliminare con la massima cautela tutta la sporcizia ed i residui di lavorazione.
2. Non lasciate nulla al caso ricordando che l'altezza amplifica i danni dalle cadute accidentali di qualsiasi residuo di lavorazione non rimosso.
3. Non lasciate materiali o attrezzi sul tetto, od in posizioni pericolose, di nessun

genere.

4. Non vi fidate! Ricontrollate sempre più volte tutto quello che fate; omettere questo passaggio potrebbe voler dire ricominciare da capo.
5. Guardate sempre dove mettete mani e piedi ... sempre!
6. Siate sempre almeno in due persone, non fate mai tutto da soli! Se vi feriste potrebbe volerci molto tempo prima che qualcuno arrivi in vostro soccorso.
7. Organizzate sinergicamente il lavoro facendo pause ogni ora di attività per rinfrescarvi/riscaldarvi/riposarvi e fare il punto della situazione.
8. Prestate la massima attenzione a non toccare cavi presenti negli impianti degli edifici della quale non se ne conosce la natura come cavi antenna TV, corrente ascensore, citofonico, telefonico: potreste subire lamentele per improvvisi malfunzionamenti o peggio ancora restare folgorati.
9. Non iniziate alcuna attività in caso di pioggia o forte vento, rimandare vuol dire divertirsi ancor di più con maggiore sicurezza.
10. Non camminate in punti particolarmente pericolosi (ad esempio: tetti spioventi con pendenza ripida o cornicioni) senza esservi prima assicurati con una corda ben fissata.

# Manutenzione del Proprio Nodo



***No Maintenance, No Party!***

Per mantenere efficiente, sicuro e funzionale il proprio nodo è necessario prendersene cura di tanto in tanto. Di seguito illustriamo come ispezionarlo periodicamente seguendo dei semplici passi che richiedono pochissimo tempo.

L'operazione può essere eseguita da una sola persona con un tempo di impiego massimo di un'ora con scadenze semestrali tra un intervallo di manutenzione e l'altro.

- Controllo tensione tiranterie palo
- Verifica eventuali atti vandalici
- Controllo tenuta stagna della scatola contenente switch ed alimentatori
- Controllo tenuta stagna guaine

- Controllo tenuta carpenteria metallica

## **Controllo tensione tiranterie palo**

La verifica delle tiranterie palo consiste nell'accertarsi che tutte le funi risultino ben tese e prive di rotture, crepe o ruggine.

## **Verifica eventuali atti vandalici**

Qualora vengano rilevati atti vandalici o manomissioni da parte di simpatici vicini invidiosi o radiofobici è opportuno nella maggior parte dei casi provvedere a produrre una lettera di diffida informando l'amministratore o quantomeno rendere più frequenti le ispezioni del nodo.

## **Controllo tenuta stagna della scatola**

Il controllo di tenuta stagna della scatola consiste nell'accertarsi che all'interno di essa non ci sia la presenza di acqua o di insetti.

Qualora venga rilevata acqua è opportuno trovare e bonificare immediatamente la fonte di ingresso della stessa sigillandola.

## **Controllo tenuta stagna guaine**

Il controllo di tenuta stagna delle guaine consiste nell'ispezione visiva delle stesse.

Le guaine non devono presentare cotture da sole, crepe e devono essere sempre ben fissate lungo il palo con fascette e nastro.

Qualora troviate fascette rotte o nastro sciolto sostituiteli immediatamente.

## **Controllo tenuta carpenteria metallica**

Il controllo della tenuta della carpenteria metallica consiste nell'ispezione visiva degli ancoraggi del palo al supporto.

In caso di ancoraggio su muro è opportuno verificare che sul supporto di ancoraggio non

vi siano crepe.

La medesima operazione va eseguita su tutti i punti di ancoraggio a terra delle tiranterie (qualora si fossero utilizzati degli stop a muro).

In caso di ancoraggio su ferro è opportuno verificare che non vi sia ruggine né sul supporto né sulle staffe di supporto del palo.

Qualora troviate crepe sigillatele con del mastice acrilico per materiali edili.

Qualora troviate ruggine rimuovetela con una spazzola di ferro e successivamente applicate due mani di vernice spray per zincatura a freddo.

## Tutto è bene quel che finisce bene



Questo documento è il frutto di **anni di esperienza** e di **condivisione delle informazioni**.

Non saremmo mai arrivati fino a qui senza una **comunità** di persone che si **aiutano** a vicenda perché si considerano parte di una comunità, quindi aiutano gli altri perché sanno che quando loro stessi avranno bisogno di aiuto qualcun altro della comunità ci sarà.

Non saremmo mai arrivati fino a qui se non avessimo preso la buona abitudine di **documentare** quello che facciamo condividendo le informazioni con il resto del mondo.

Non saremmo mai arrivati fino a qui se non fossimo stati pronti a **ricevere critiche** da parte della comunità per gli errori commessi e non saremmo mai migliorati se non fossimo stati pronti a **correggere** questi errori cercando di **evolvere** sempre verso soluzioni migliori.

## Licenza

Quest' opera è distribuita con licenza [Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/).

