

Tecnologia wireless

Soluzioni possibili e prestazioni

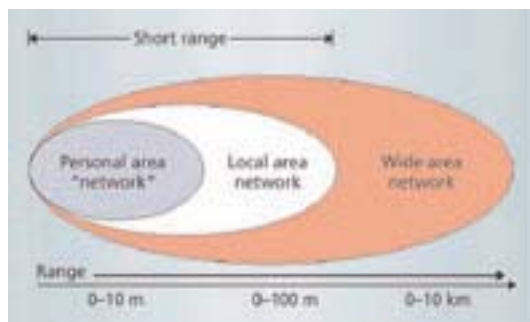


Figura 1 - Classificazione reti wireless

Tarcisio Sartini

Viene offerta una panoramica delle tecnologie di trasmissione dati wireless attualmente disponibili sul mercato, concentrandosi principalmente sulle applicazioni tra cento metri e cento chilometri. Vengono analizzati in dettaglio i criteri da seguire per scegliere la soluzione che meglio risponde alle esigenze specifiche di ogni singolo impianto. Vengono altresì forniti alcuni esempi pratici e confronti diretti tra radiomodem a banda stretta, modem Gsm (Gprs) e apparati Spread Spectrum.

Comunicare, cioè trasmettere e ricevere un contenuto informativo, per esempio dati, tra un punto A e uno o più punti nell'area di interesse. Qui di seguito vengono analizzati solo i collegamenti senza cavo, cioè wireless. Una grossolana classificazione di queste reti in funzione dell'area di copertura è riportata nella Figura 1.

Trend di sviluppo

Nella definizione del problema si è detto "trasmettere e ricevere..... dati". In realtà non è sempre stato così. Il segnale telegrafico, la cui trasmissione senza fili è all'origine dell'invenzione di Guglielmo Marconi nel 1895, è sicuramente un segnale di tipo digitale ma ben presto l'attenzione dei ricercatori e dell'industria si è sviluppata attorno alla possibilità di trasmettere segnali analogici, quali la voce e l'immagine, e l'obiettivo costante era quello di trasmettere il più lontano possibile con il minimo deterioramento del segnale, cioè mantenendo un rapporto segnale/disturbo il più alto possibile.

È con la scoperta della possibilità di campionare, cioè leggere a intervalli di tempo $t = 1/(2f)$ predefiniti, un qualunque segnale analogico che occupi una banda $[0, f]$, sia esso voce, dati o l'andamento nel tempo di una qualunque variabile fisica, che si è potuto iniziare a trattare un qualunque segnale come fosse un dato, cioè una sequenza di due e solo due livelli, convenzionalmente indicati come 1 e 0. Di fatto, attualmente si può assu-

mere che un qualunque problema di trasmissione sia riconducibile ad un problema di trasmissione dati. Per questa ragione consideriamo obsolete e pertanto non degne di attenzione tutte quelle tecnologie che cercano di far trasmettere dati su reti (Pmr) nate e pensate quali reti analogiche per fonìa.

Anche il criterio di moltiplicazione, cioè la necessità di trasmettere contemporaneamente più segnali tra loro indipendenti su una stessa portante, ha subito una radicale trasformazione: si è passati dalla moltiplicazione nel dominio delle frequenze alla moltiplicazione nel dominio dei tempi. L'aumento della velocità di trasmissione risponde tra l'altro, o forse principalmente, alla necessità di "affasciare" quanti più dati possibile. Un'altra modifica importante del trend tecnologico è quello che è attualmente in atto sulla distanza dei collegamenti; inizialmente si cercava di andare il più lontano possibile, attualmente sono interessanti comunicazioni wireless anche di qualche metro o meno come ad esempio la porta IrDa, installata su molti dei nostri Pc.

Parallelamente allo sviluppo e al cambiamento degli obiettivi/tecnologia che si è avuto nelle telecomunicazioni si è assistito anche a un radicale cambiamento nel mondo dell'elaborazione dati che gli si è prima avvicinato per poi quasi fondersi con esso.

Una pietra miliare di questo processo è secondo me la pubblicazione nel 1985 del volume "A Vision of Computers and Communications" da parte di Koji Kobayashi, presidente della Nec. I progenitori dei calcolatori

moderni sono nati negli Usa intorno al 1940 basandosi sull'utilizzo di semiconduttori, che la relativa industria iniziava a produrre, e dell'algebra booleana "inventata" qualche centinaio di anni prima per tutt'altre ragioni. Allora esistevano ed erano ben distinte:

- industrie di telecomunicazione;
- industrie di elaborazione dati, anche se entrambe utilizzavano componenti prodotti dalle stesse;
- industrie di semiconduttori.

Attualmente le tre attività si vanno sempre più fondendo e integrando.

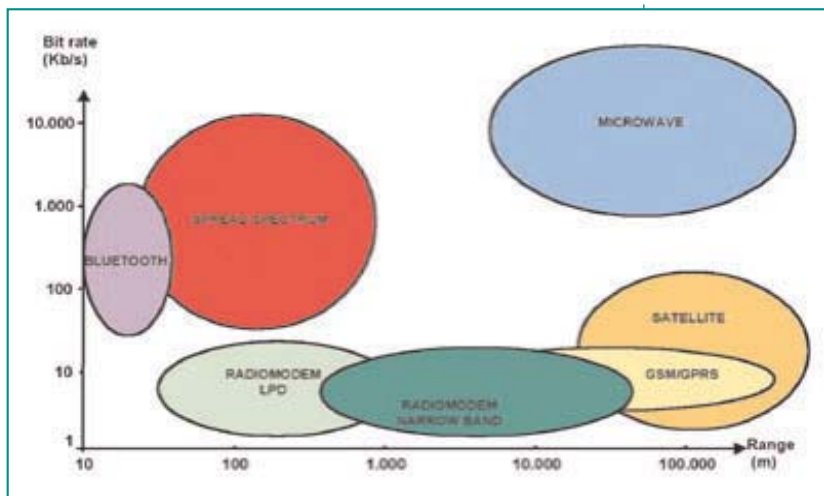
Un esempio per tutti: un qualunque terminale Gsm, che dovrebbe essere un telefono, è in realtà un potente computer nel quale il fattore di successo è la capacità di progettare e integrare in modo esclusivo in un singolo microchip tutte le funzioni che il marketing si aspetta di avere. Non solo l'hardware ma anche, e sempre più pesantemente, il software stanno spostando la frontiera competitiva.

Anche qui un esempio per tutti: la determinazione di Microsoft a entrare nel mercato Gsm e l'ostinatezza con cui Nokia cerca di resistere anche attraverso accordi di co-design con altre industrie di "telecomunicazione" di primaria importanza (Ericsson, Sony). Un altro significativo impatto che si è avuto nel mondo delle telecomunicazioni è quello dovuto all'occupazione dello spettro di frequenza. Infatti, questo, inizialmente libero per definizione, si è affollato molto rapidamente ed è ora a dir poco congestionato tanto da forzare la ricerca di soluzioni tecniche che operano a frequenze sempre più alte. Per contrastare un utilizzo improprio o errato di questo bene prezioso è essenziale che:

- tutti gli apparati lavorino su bande quanto più strette possibile;
- non emettano segnali spuri e minimizzino le interferenze;
- tutti gli apparati vengano omologati e certificati da organi internazionali a ciò preposti;
- l'utilizzo di una qualunque portante radio sia regolamentato.

A questo fine il Ministero delle Comunicazioni ha meritoriamente rivisto sia il piano nazionale delle frequenze sia i relativi criteri di assegnazione e ha individuato alcune bande cosiddette "libere".

Uno dei criteri di scelta tra le tecnologie wireless disponibili è proprio quello di scegliere tra bande di frequenza regolate e deregolate.



Tecnologie disponibili

Una sintesi delle tecnologie disponibili è indicata in Figura 2, dove le distanze di copertura "tipiche" sono riportate sull'asse delle ascisse e il range di velocità disponibili per ogni tecnologia è riportato sull'asse delle ordinate. Questo grafico non rappresenta però l'ambien-

Figura 2 - Tecnologie disponibili

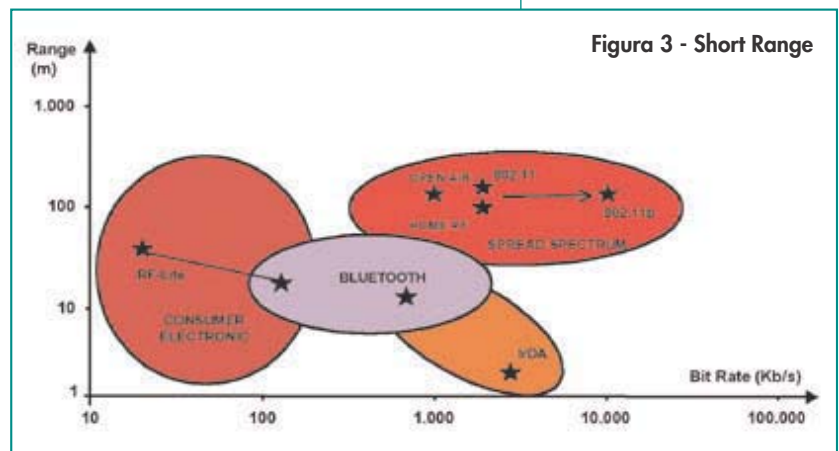


Figura 3 - Short Range

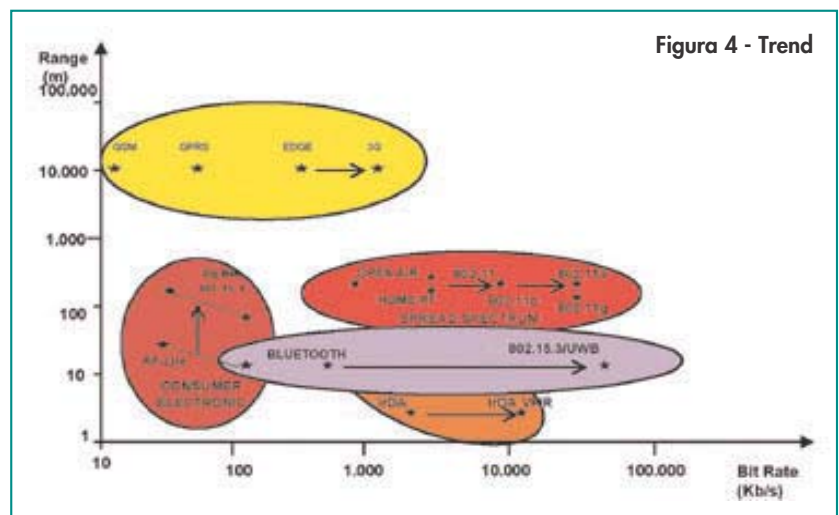


Figura 4 - Trend

te competitivo poiché le varie tecnologie qui rappresentate sono state in realtà sviluppate per applicazioni molto diverse tra loro. Per un paragone in questo senso si dovrebbe fornire un diagramma a tre dimensioni, con le applicazioni sul terzo asse, ma questo porterebbe fuori tema. Per ragioni grafiche i valori riportati sugli assi di riferimento qui sopra utilizzati sono stati scambiati tra loro nelle due Figure che seguono e che riportano rispettivamente una sintesi delle tecnologie disponibili nello Short Range (Figura 3) e il Trend atteso nei prossimi anni (Figura 4). Notare infine l'allargamento di scala della Figura 3 rispetto alla Figura 4.

Come orientarsi

Il trend di aumentare (esasperare?) la velocità di trasmissione dei dati che risulta evidente dall'analisi della Figura 4 è senz'altro funzionale a tutte quelle applicazioni che riguardano:

- le comunicazioni personali (Pan);
- i collegamenti tra Pc (Lan);
- e, in questo caso, i collegamenti Machine to Machine;

ma la quasi totalità dei bisogni di comunicazione in ambiente industriale non necessita di

velocità così elevate bensì di strutture di rete che garantiscono sia la ricezione del dato, anche se errato, sia il suo ritardo, anche lungo purché accettabile. Infatti, se pensiamo a tre tipici ambienti industriali:

- *ambiente chiuso* – esempio: un capannone;
- *ambiente aperto* – esempi: un'area (proprio fondo) in cui si svolge un qualunque processo o nella quale ci sono molti trasduttori e/o attuatori da monitorare/controlare; servizi sul territorio quali acquedotti, gas, fognature...;

nessuno di questi necessita di velocità superiori a ~10 kb/s. Inoltre sarebbe opportuno porsi le domande: Tutti i dati che raccolgo dove li metto? Come li ordino? Che utilizzo a posteriori ne posso fare? Una soluzione efficace potrebbe essere quella di immagazzinare localmente tutti i dati raccolti e di tenerli a disposizione per un certo periodo di tempo (esempio una settimana), di inviare in sala controllo in condizioni normali solo quelli significativi, salvo richiesta specifica e puntuale di invio di tutto il lotto. Ciò premesso, in realtà ogni caso specifico è un problema complesso la cui soluzione richiede l'analisi, più o meno esplicita di quattro aspetti:

- tecnico;
- economico;
- logistico;
- vincoli.

La soluzione ottimale sarà il miglior compromesso tra queste tre categorie tenendo conto dei vincoli, che possono essere presenti anche se poco esposti o evidenziati.

Tecnico

Moltissimi sono gli aspetti tecnici da analizzare; alcuni di questi sono imposti (vincoli), su altri è offerta una possibilità di scelta, più o meno ampia che sia, altri infine interagiscono tra di loro. I parametri più rilevanti includono:

- *ambiente:*
 - distanze
 - corrosione
 - impatto visivo
 - altezze massime consentite
 - agenti atmosferici
 - ostacoli alla propagazione radio
- *mobilità:*
 - i miei punti sono fissi, nomadici o mobili?
- *affidabilità:*
 - Mtbf
 - quanto è importante ricevere il segnale? Cosa accade se si perde il collegamento o se qualcosa si rompe?

Glossario

IG, 2G, 3G	Prima, Seconda, Terza Generazione
Bluetooth	Sistema di interconnessione radio a cortissimo raggio tra dispositivi elettronici
Dsss	Direct Sequence Spread Spectrum
Edge	Enhanced Data rates for Gsm Evaluation
Eirp/Erp	Equivalent Isotropically Radiated Power
Etsi	European Telecommunications Standard (Institute)
Fhss	Frequency Hopping Spread Spectrum
Gprs	General Packet Radio Service
Gsm	Global System for Mobile communications
Ieee	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IrDa	Sistema di interconnessione a raggi Infrarossi a standard di InfraRed Data Association
Lan	Local Area Network
Lpd	Low Power Device
Mtbf	MeanTime Between Failure
Mttr	MeanTime To Repair
Nb	Narrow Band; standard Etsi 300 113 o 300 220
Pan	Personal Area Network
Pc	Personal Computer
Pmr	Public Mobile Radio
Radiomodem	A banda stretta a 450 o 869 MHz
Short Range	Da 0 a 100 m circa
Sms	Short Message Service
Umts	Universal Mobile Telecommunication System
Uwb	Ultra Wide Band
W -	Prefisso che indica Wireless
Wan	Wide Area Network
Wireless	Senza fili, in tecnica radio

- come correggo eventuali errori di trasmissione?
- ogni quanto tempo mi serve che i dati vengano aggiornati?
- mi serve o no un collegamento in tempo reale?
- *alimentazione:*
- tensione
- Ups
- *sicurezza:*
- serve un'architettura ridondata?
- interferenze
- emergenze (alluvioni, terremoti...)
- eyes dropping
- *velocità dei dati:*
- quanti sono i dati che debbo trasmettere?
- *interfacciamento:*
- rete sincrona o asincrona
- porta di ingresso/uscita
- *flessibilità/riconfigurabilità:*
- se debbo cambiare la configurazione di rete o un dispositivo, cosa accade?
- quanto frequentemente vengono emessi aggiornamenti del software?
- *propagazione:*
- leggi di Maxwell
- modello di Fresnel
- *architettura di rete:*
- master-slave
- multimaster
- multiaccesso
- sua complessità
- facilitazione di integrazione

Economico

Vanno analizzati distintamente tre elementi di costo:

- di primo acquisto
- di esercizio
- di manutenzione.

Il costo di acquisto iniziale è solo uno degli elementi di costo che l'utilizzatore finale deve calcolare e inoltre è opportuno valutare quanto incide percentualmente sul costo dell'impianto una soluzione tecnica rispetto a un'altra. In molteplici situazioni di tipo industriale si è verificato che per applicazioni da 1 a 100 punti circa l'impatto di costo del sistema trasmissione sul totale del costo dell'impianto è marginale. Pertanto il costo degli apparati di trasmissione *non* è un criterio fondamentale di scelta.

Logistico

- *Tempi:*
- quali sono i tempi di approvvigionamento dei materiali?
- quali quelli di installazione?

• Vulnerabilità:

- la rete è completamente sotto il mio controllo?

• Regolamentazioni/Normative:

- legge 626/94
- legge 675/96
- Ministero delle Comunicazioni
- Etsi
- disposizioni comunali e/o regionali

• Segmento di mercato:

- cosa fanno i miei concorrenti?
- è utile per me uniformarmi o differenziarmi?

• Time to market:

- quanto tempo ho per scoprire qual è il miglior prodotto?
- qual è l'ultima versione? Quale la sua vita attesa?
- chi lo vende? Che rapporto riesco a stabilire con esso?

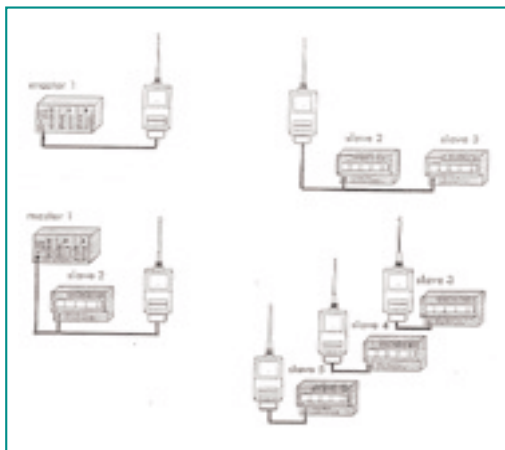


Figura 5 - Schema di interconnessione Profibus

Vincoli

Di vincoli reali di solito ne esistono pochi; uno o due al massimo. La limitazione alla scelta della corretta soluzione tecnico/economico/logistica deriva di solito dall'ignoranza sia delle alternative disponibili, che dei modi corretti di utilizzarle, che dei relativi costi/benefici.

Come muoversi

Nei paragrafi precedenti sono stati evidenziati alcuni aspetti del problema che debbono essere analizzati per una corretta scelta del più appropriato sistema di trasmissione. Anche nelle telecomunicazioni la giusta prassi è quella di eseguire nell'ordine:

- la mappatura dei bisogni e l'analisi del problema;
- la progettazione con valutazione delle alternative;
- l'implementazione del progetto.



- una portante (reale o virtuale, wireless o no) per la comunicazione a lunga distanza;
- una portante per la “diffusione” locale del segnale;
- cavi o fibra ottica per l’interconnessione con le varie apparecchiature.

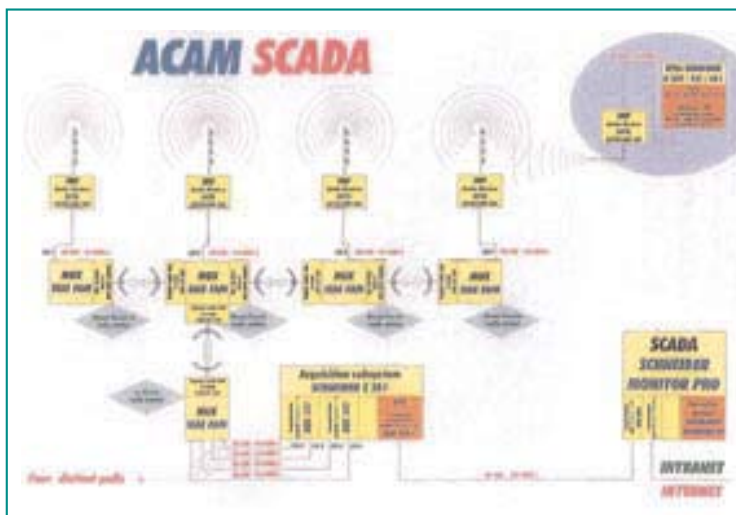
Esempi

A titolo di esempio vengono segnalate tre applicazioni: rete Acam di La Spezia (Figura 6); rete Scada per siti Eolici (Figura 7); Prosciuttificio (Figura 8).

Applicazioni

Profibus

Stante la rilevanza che la modalità di comunicazione Modbus ha nei sistemi industriali, si ritiene utile presentare in Figura 5 uno schema, di applicazione per l’interconnessione alla rete Profibus di apparecchiature terminali cioè posizionate nel così detto “ultimo miglio”.



Tecnologie a confronto

In pratica le maggiori tecnologie attualmente disponibili per la trasmissione dati in ambiente industriale, così come precedentemente definito, sono:

- modem Gsm e/o Gprs;
- radiomodem a banda stretta su frequenze regolate e/o deregolate;
- Spread Spectrum a 2.4 o 5 GHz in Direct Sequence o in Frequency Hopping.

Vengono ritenute tutte tecnologie valide purché applicate nei rispettivi ambiti per i quali sono state create; qui di seguito si riassumono gli aspetti più rilevanti di ognuna di esse.

Modem Gsm/Gprs

Si appoggiano su infrastrutture di terzi; ciò implica che:

- hanno un costo di esercizio in funzione del tempo e/o della quantità di dati trasmessi e/o delle quantità di collegamenti effettuati;
- non si ha il controllo sull’intera rete;
- non si ha il servizio garantito né nel tempo né nello spazio.

Sono pertanto ideali quando, avendo verificato che esiste la copertura della rete cellulare:

- esiste la necessità di effettuare solo un numero limitato di connessioni in un tempo prefissato;

Figura 6 - Rete Acam di La Spezia

Questa prassi, che può essere definita di buon senso e che chiunque segue in modo naturale nei vari casi della vita, non viene purtroppo seguita nel mondo delle telecomunicazioni. Si assiste a una pluralità di approcci e di “soluzioni” non sempre corrette ed appropriate. Una sola notazione generale: *nessuna* alternativa tecnica è la *panacea* per la soluzione di tutti i problemi di telecomunicazione. In pratica la ricerca della soluzione più appropriata nel caso dello Short Range, cioè per area da 0 a 100 metri circa, è relativamente semplice in quanto il problema si riduce spesso a una scelta tra Make or Buy di una delle alternative di Figura 3 e la decisione viene presa sulla base delle risorse disponibili e/o delle previsioni di applicazioni future. Mentre nel caso di aree più ampie, cioè oltre i 100 metri circa, la soluzione è di solito più complessa e molto spesso richiede l’integrazione di diverse tecnologie in uno stesso impianto esempio:

- i dati da trasmettere/ricevere non sono critici; in altre parole non accade nulla di grave se per un tempo abbastanza lungo non si ha collegamento;
- le distanze da coprire sono abbastanza grandi da circa 10 chilometri in su.

Radiomodem a banda stretta

Costituiscono una rete proprietaria sulla quale pertanto si ha il pieno controllo e non danno costi di esercizio salvo il pagamento di canone annuale al Ministero delle Comunicazioni nel caso di utilizzo di bande di frequenza regolate, peraltro basso nel caso di aree di copertura fino a 15 km.

Sono ideali allorquando:

- esiste la necessità di connessione in tempo reale;
- i dati da trasmettere sono molto importanti o per il processo che si sta controllando (tipo cortocircuito) o per l'incolumità delle persone o per entrambi;
- l'affidabilità del collegamento deve essere alta (alto Mtbh e/o sistemi ridondati);
- la vita delle apparecchiature è importante e i tempi/costi di manutenzione sono attesi bassi (basso Mttr);
- si prevede di modificare/estendere la rete nei due/tre anni successivi alla prima installazione.

Le applicazioni con questi apparati sono molto flessibili, potendo scegliere tra apparati di tipo Low Power, di solito su frequenze deregolate, e apparati più "robusti" su frequenze regolate e potendo entrambi essere riprogrammati/recuperati per qualunque modifica anche radicale nella architettura della rete e/o nella dislocazione degli apparati dovesse rendersi necessaria a distanza di qualche tempo dalla prima messa in servizio.

Spread Spectrum

Costituiscono una rete proprietaria che pertanto non necessita della presenza di reti di gestori esterni per la loro funzionalità. Purtroppo:

- vengono spesso usati illegalmente (le violazioni più comuni essendo quelle di trasmissioni anche al di fuori del proprio fondo e dal superamento dei 100 mW Eirp imposte da Etsi) non rispettando né le specifiche Etsi, né i criteri stabiliti per la loro interconnessione deregolata, fissati dai vari stati della Comunità Europea;
- di solito promettono molto (alte velocità a distanze elevate) e danno relativamente poco in ambienti industriali;
- sono semiprofessionali, cioè sono poco robusti.

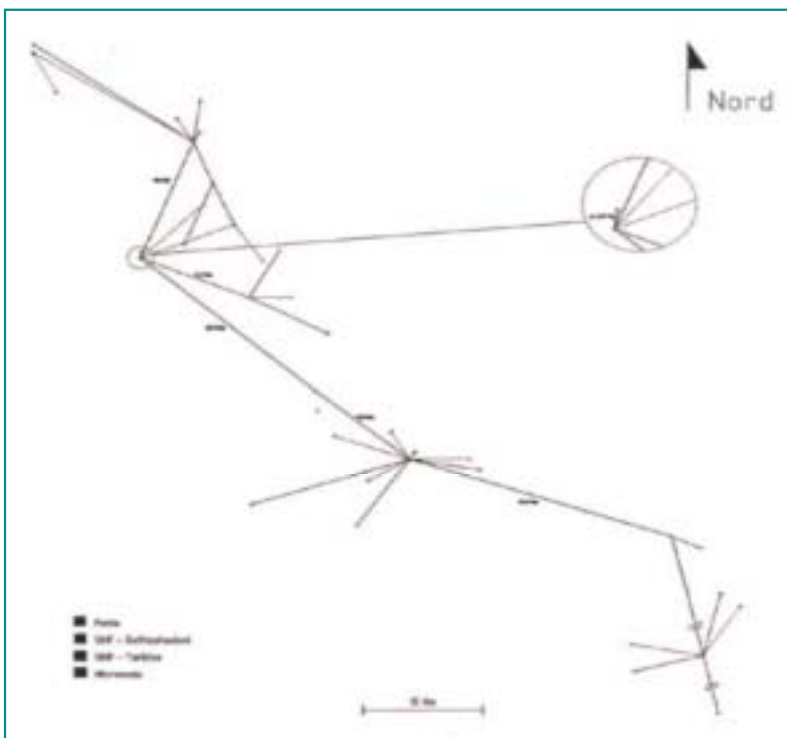
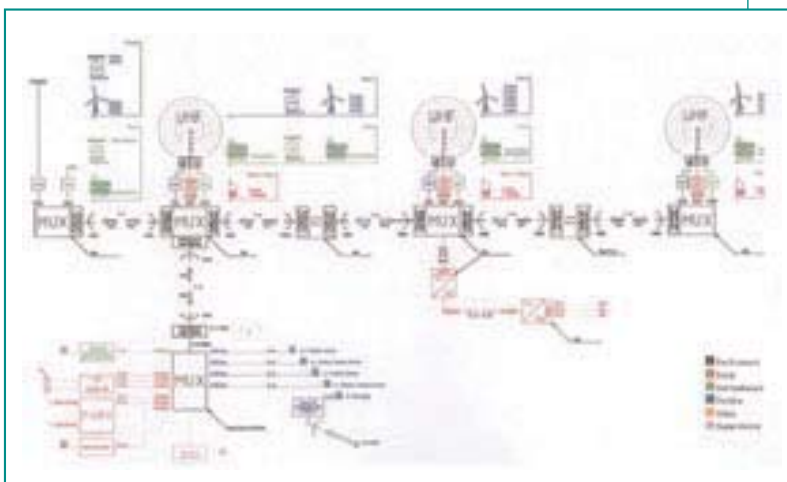
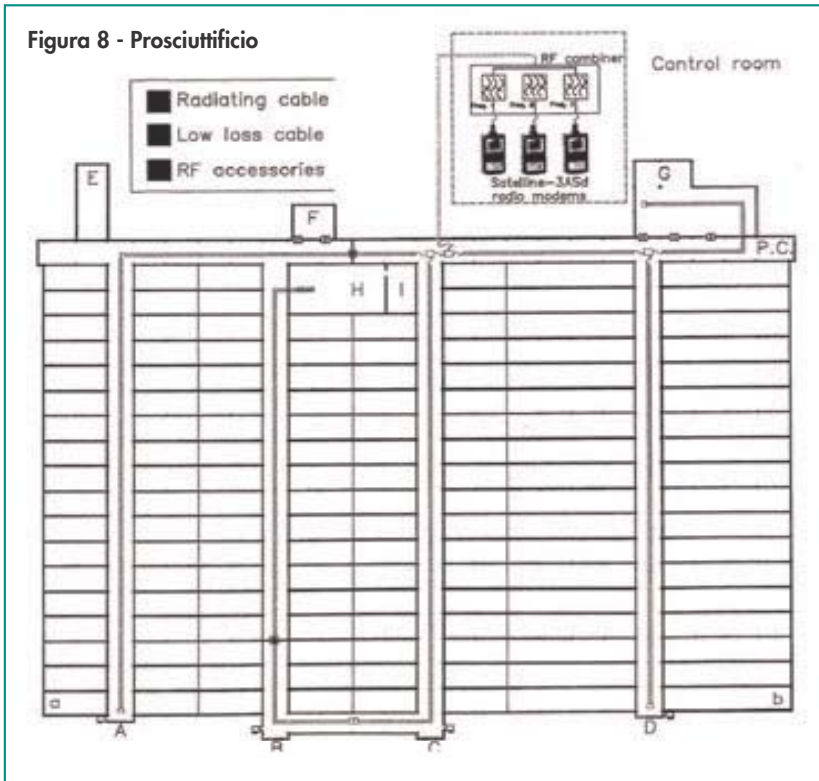


Figura 7 - Rete Scada per siti Eolici

Figura 8 - Prosciuttificio



Sono ideali per l'interconnessione tra computer in Lan ma non in Wan; cioè quando è veramente importante che la velocità di trasmissione dei dati sia alta. Meglio se: all'interno di un ambiente chiuso e pulito; in configurazione stand alone cioè con pochi altri sistemi che condividono lo stesso spettro di frequenze.

Conclusioni

Dall'analisi che precede emerge che ogni sistema va analizzato e non esiste alcuna tecnologia di telecomunicazioni che possa risolvere la totalità delle esigenze.

Nei casi complessi, cioè la quasi totalità delle reti da 100 m a 100 km circa, vale la pena dotarsi di una rete proprietaria e rivolgersi a specialisti, almeno per il primo progetto pilota, per la mappatura dei bisogni, l'analisi dei vincoli e il progetto. Ciò permette di evitare le forzature; conviene partire subito con la soluzione giusta!