



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

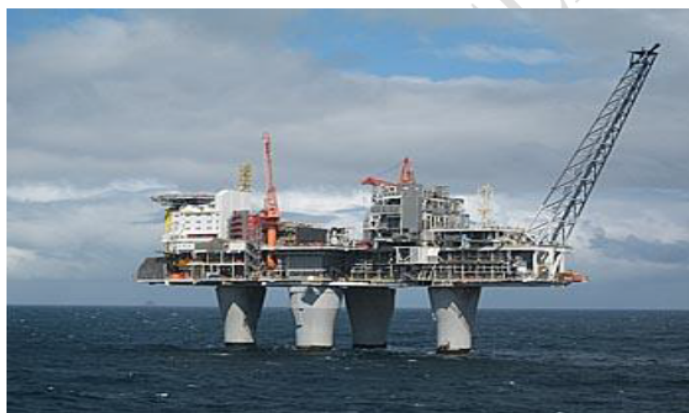
Indirizzo: ITTL - INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI
ARTICOLAZIONE TELECOMUNICAZIONI

Tema di: TELECOMUNICAZIONI e SISTEMI E RETI

Il candidato svolga la prima parte della prova e risponda a due dei quesiti tra quelli proposti.

PRIMA PARTE

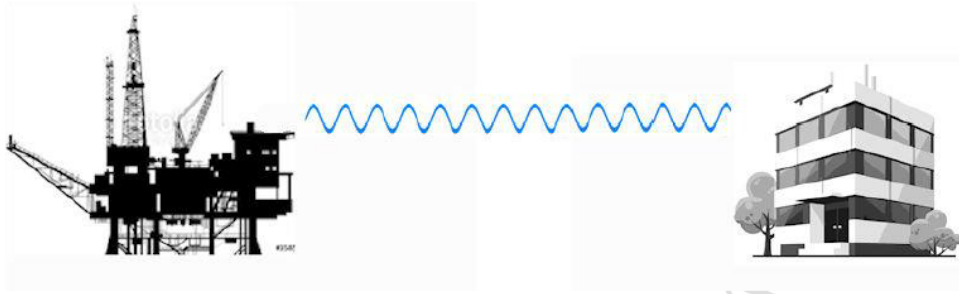
Una piattaforma petrolifera offshore è collocata ad una distanza di circa 10 Km dalla costa in una zona del mare del Nord ed impiega personale correlato alle varie attività che vi vengono svolte. Le piattaforme sono delle vere e proprie città galleggianti nate per estrarre il petrolio in giro per il mondo. Le maestranze prevedono ingegneri o periti, ma sono richiesti anche impiegati, operai, manutentori, sommozzatori, geologi, elettricisti, disegnatori, meccanici, idraulici, saldatori, cuochi, camerieri, addetti alle pulizie e alla sicurezza e personale sanitario.



Sulla terraferma si trova una struttura prefabbricata di supporto con compiti di comunicazione e logistica che dispone di un collegamento ad Internet a larga banda, tramite rete cablata.

Sulla piattaforma è presente una zona organizzata in locali in cui è presente una rete LAN suddivisa in una parte cablata, relativa ai servizi aziendali con postazioni fisse negli uffici, e in una parte wireless, impiegata per le connessioni personali delle maestranze.

Il collegamento con la terraferma è costituito da una tratta radio-link punto-punto, con antenne in LOS tra la piattaforma e la sede relativa sulla costa.



In particolare **sulla piattaforma** vi sono:

- **2 Uffici della compagnia petrolifera, che comunicano in rete con il corrispondente operatore nell'ufficio della propria sede sulla costa;**
- **1 Ufficio approvvigionamenti della mensa, che comunica con un secondo operatore sulla costa;**
- **1 Ufficio delegato alla manutenzione meccanica, che comunica con un terzo operatore sulla costa;**
- **1 Ufficio che si occupa delle necessità di acquisti per l'ambulatorio e le medicine per il personale, anch'esso connesso con l'omologo operatore nel prefabbricato sulla costa.**

In ogni ufficio di bordo vi sono due postazioni ed una stampante; sulla costa, nella palazzina prefabbricata, vi è un unico locale che ospita un operatore per ogni postazione di lavoro, connessa con l'omologo ufficio di bordo.

Ogni ufficio di bordo può comunicare solo con l'operatore di riferimento sulla costa.

L'operatore di terra della compagnia deve poter comunicare con la rete remota, facente capo ad un ufficio presente nella sede centrale dell'azienda petrolifera, impiegando un adeguato livello di sicurezza.

Sulla piattaforma al primo piano, nella sala mensa e sala ritrovo, al secondo piano, nella palestra, ed al terzo piano, nelle camere, deve essere disponibile una copertura wireless che permetta di collegarsi esclusivamente ad Internet, per le connessioni di notebook, tablet e smartphone del personale di bordo.

Gli apparecchi del ponte radio, operanti sulla banda dei 13 GHz, sono caratterizzati da trasmettitori che erogano 28 dBm in uscita connessi ad antenne paraboliche di efficienza valutata del 65%, mentre il ricevitore presenta una sensibilità di -91 dBm.

Oltre ai servizi di estrazione devono essere considerati i parametri ambientali ed a questo scopo il monitoraggio degli idrocarburi in acqua è di crescente importanza nei pressi di piattaforme petrolifere, interessate da sversamenti accidentali. Una rete di sensori fluorimetrici a raggi ultravioletti provvede alla misura degli idrocarburi presenti in acqua ed essi sono gestiti da una centralina dedicata, che acquisisce i dati e li rende disponibili in rete.

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive ritenute necessarie:

- A) progetti la rete di bordo e quella di terra, individuando i dispositivi e introducendo eventuali server di rete e produca un idoneo piano di indirizzamento;
- B) progetti il link di collegamento radio con la terraferma, caratterizzando le necessarie antenne in termini di diametro e posizione, il relativo cavo di collegamento e fornendo il relativo link-budget al fine di ottenere idonee caratteristiche di affidabilità;
- C) indichi in che modo possano essere consultati a distanza i dati della centralina di controllo ambientale;
- D) progetti la connessione tra l'operatore di terra e la sede remota della compagnia.

SOLUZIONE PRIMA PARTE (a cura del prof. Onelio Bertazioli)

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive ritenute necessarie:

A) progetti la rete di bordo e quella di terra, individuando i dispositivi e introducendo eventuali server di rete e produca un idoneo piano di indirizzamento;

Rete di bordo (sulla piattaforma).

Le specifiche da tenere presente sono le seguenti:

- 2 uffici della compagnia petrolifera ciascuno con almeno 2 PC e una stampante (ipotesi: sono tutte stampanti di rete) da mettere su una propria VLAN e una propria subnet IP; devono comunicare esclusivamente con l'operatore della compagnia sulla costa;
- 3 uffici ciascuno con 2 PC e una stampante; ogni ufficio è su una propria VLAN e una propria subnet IP gli uffici sono quindi separati dalle 3 VLAN; ogni ufficio comunica esclusivamente con il corrispondente operatore sulla costa;
- Accesso wireless (WLAN) Wi-Fi realizzato con 2 Access Point (AP) al 1° piano, 1 AP al 2° piano 3 AP al terzo piano, in totale 6 AP; per separare il traffico Wi-Fi e consentirgli esclusivamente l'accesso a Internet si configura un'ulteriore VLAN e una subnet IP per i client Wi-Fi;
- Deve essere presente una rete dei sensori e una centralina che acquisisce i dati dei sensori e li rende disponibili in rete; è possibile prevedere un'ulteriore VLAN e una subnet dedicata in modo che la centralina comunichi esclusivamente con un PC destinato al monitoraggio dei dati dei sensori oppure prevedere che la centralina possa comunicare con i PC degli uffici della compagnia petrolifera ed in questo caso non è necessario creare questa VLAN.

Progetto della rete cablata

Si ipotizza che i 5 uffici siano tutti sullo stesso piano, di modo che le distanze tra gli uffici e il locale tecnico in cui sono presenti gli apparati di rete siano limitate (inferiori a 90 m); in questo caso può essere sufficiente uno switch amministrabile. Per le connessioni tra switch e PC cablati si possono impiegare cavi Ethernet di cat. 6 e schede di rete/porte dello switch in grado di supportare la tecnologia Ethernet 1000BASE-T. E' anche possibile (ma non obbligatorio) ipotizzare che una postazione operatore sia composta da un PC e un telefono IP collegati alla stessa presa di rete; il telefono IP può essere alimentato direttamente dallo switch, se esso è dotato di porte che implementano la tecnologia PoE (Power over Ethernet); in alternativa è possibile impiegare un softphone installato sul PC. Nel caso si opti per la telefonia su IP (ToIP) è necessario impiegare un IP-PBX che funge da centralino VoIP, per esempio basato sul communication server Asterisk installato su un PC o su una macchina dedicata (appliance) collegata in rete. Per la rete cablata essendo gli host in numero limitato è possibile optare per una configurazione IP manuale, statica, e può non essere necessario prevedere la presenza di un controllore di dominio.

Progetto della WLAN Wi-Fi

Può essere realizzata con Access Point (AP) a standard IEEE 802.11n o 802.11ac. Ipotizzando che le distanze siano limitate, è possibile collegare direttamente gli AP allo switch. Per la WLAN è necessario prevedere l'impiego di un server DHCP che può essere integrato negli AP oppure esterno e, per esempio, implementato su un PC con s.o. LINUX. Come server DNS è possibile impiegare server esterni, come per esempio gli OpenDNS (es. con indirizzo IP 208.67.222.222) che mettono a disposizione anche metodi per filtrare il traffico Internet.

Progetto rete dei sensori

Si ipotizza che i sensori siano integrati in sensor node costituiti da dispositivi intelligenti, dotati di processore (es. Arduino o suoi cloni) e di un modulo radio che opera con una delle tecnologie IoT (per esempio LoRA, ma si potrebbe indicare per semplicità anche Bluetooth o Zigbee) e si collega a un gateway che costituisce la centralina; il gateway è un dispositivo costituito da un microcomputer (es. Raspberry Pi), da un modulo radio dello stesso tipo utilizzato dai sensor node e da un'interfaccia di rete cablata (Ethernet) o wireless (Wi-Fi) a seconda di dove viene posizionato; il gateway può quindi essere collegato direttamente a uno switch, nel caso di interfaccia cablata, o indirettamente tramite un Access Point, nel caso di interfaccia Wi-Fi. Il gateway può anche integrare un server web (es. Apache).

Riassunto delle caratteristiche che deve avere la rete della piattaforma.

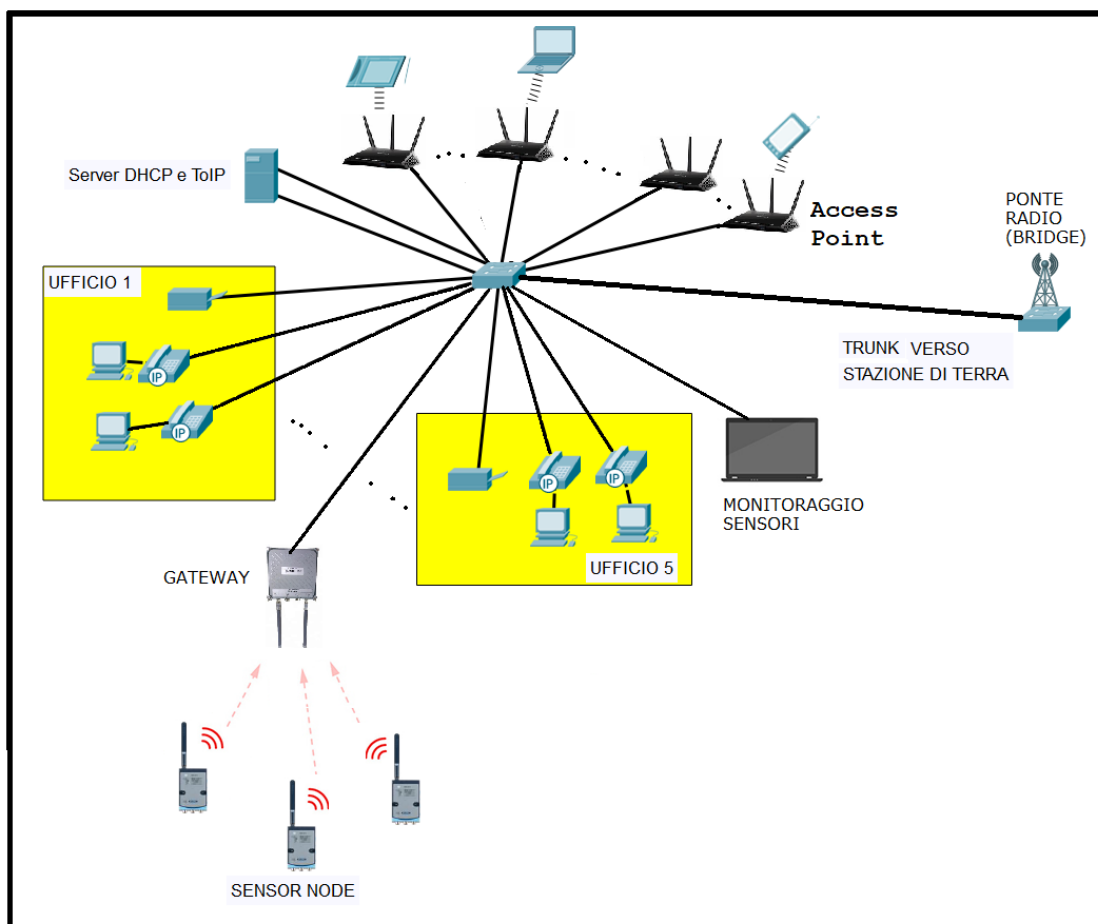
Nel complesso è possibile ipotizzare che si debbano collegare allo switch:

- un totale di **15 host**, calcolati come 3 host per ognuno dei 5 uffici (nel caso di telefonia su IP il PC è collegato allo switch interno del telefono IP, il quale è collegato alla presa di rete che è interconnessa a una porta dello switch);
- 2 server (server DHCP e communication server per ToIP) oppure un server con 2 schede di rete, una messa sulla VLAN degli AP (Wi-Fi) e una messa sulla VLAN dei telefoni IP oppure il solo communication server nel caso in cui uno degli AP abbia integrato e attivato un server DHCP;
- **6 Access Point alimentati in tecnologia PoE**, per la connettività wireless Wi-Fi;
- **la centralina della rete di sensori**, costituita dal gateway descritto in precedenza; i sensori, in numero adeguato, non accedono direttamente alla rete IP ma vi accedono indirettamente tramite il gateway per cui non hanno un indirizzo IP;
- una porta dello switch viene impiegata come **uplink** verso l'apparato che funge da ponte radio (**bridge radio**) e configurata come **trunk** (in modo che su essa possano transitare frame di tutte le VLAN); il ponte radio viene configurato per essere trasparente e trasportare tutto il traffico IP indipendentemente dalla VLAN e dalla subnet di appartenenza;
- **1 apparato radio (bridge) con porta Ethernet 100/1000BASE-T** per realizzare il ponte radio lato piattaforma; considerata la posizione geografica della piattaforma, in cui si possono avere condizioni meteo avverse e temperature anche molto rigide, il modulo radio può essere interno della stessa mentre l'antenna è esterna e collegata a esso tramite guida d'onda (viste le elevate frequenze).

Nel caso più semplice potrebbe essere quindi sufficiente uno switch amministrabile a 28 porte 1000BASE-T PoE.

Nel caso si desideri una soluzione più affidabile, ma anche più complessa, che non presenti un *single point of failure*, è possibile impiegare 3 switch connessi a maglia e un apparato radio che integri uno switch in modo da poterlo collegare a 2 switch. E' anche possibile prevedere l'impiego di due apparati radio dei quali uno funga da backup nel caso si guasti l'altro. Per le emergenze il personale sulla piattaforma viene dotato di almeno un telefono satellitare.

La topologia fisica della rete della piattaforma può essere quindi schematizzata nel seguente modo:



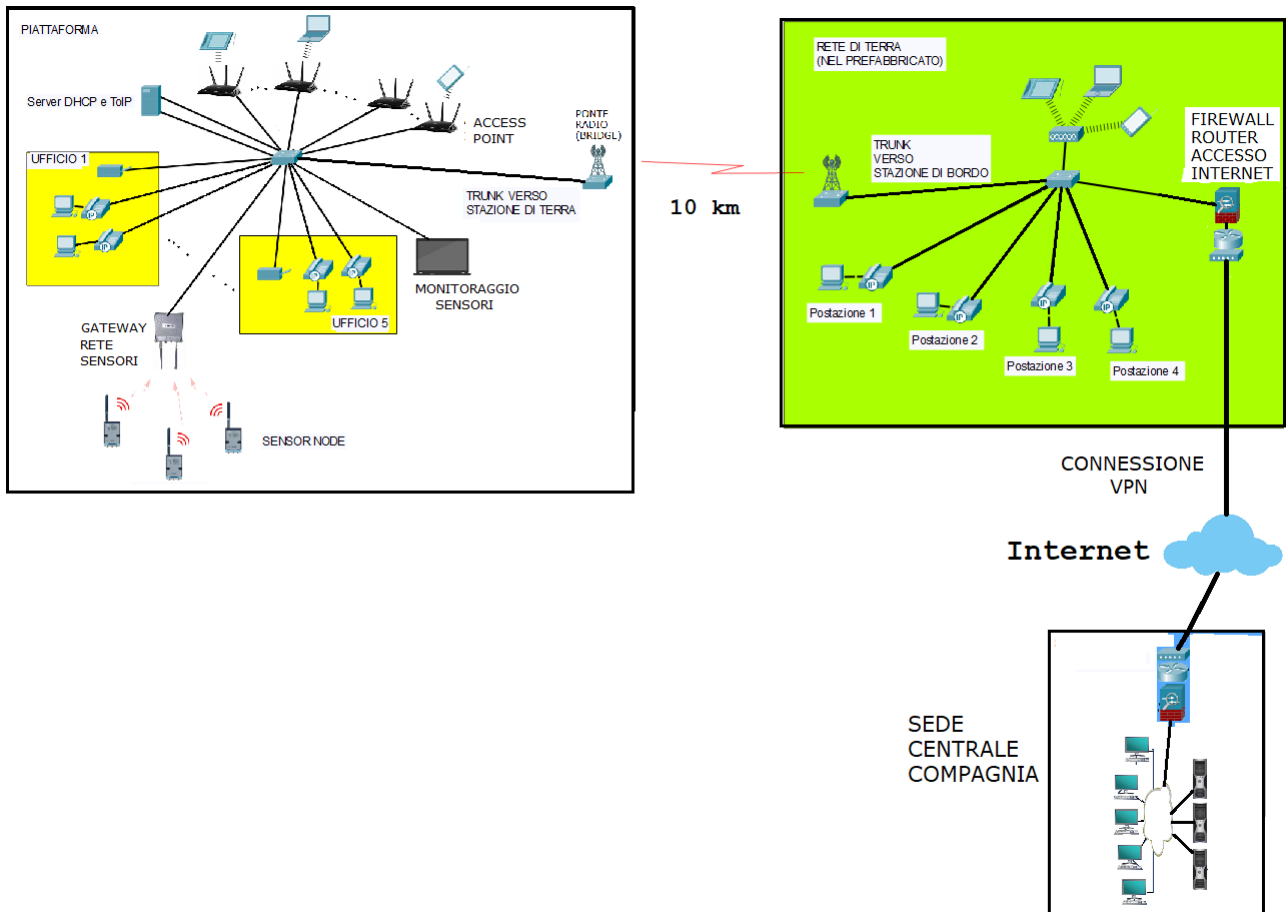
Schema della rete della piattaforma

Progetto della rete di terra (sulla costa)

Per quanto concerne la rete di terra, essa può essere costituita da:

- 4 postazioni per i 4 operatori, ciascuna delle quali è costituita da un PC ed eventualmente un telefono IP; la stampante è direttamente collegata al PC;
- 1 Access Point per realizzare una WLAN Wi-Fi che consenta agli operatori il solo accesso a Internet (configurando una apposita VLAN), per esempio quando hanno terminato il proprio turno di lavoro (analogamente alla rete di bordo) e che integri anche un server DHCP;
- 1 switch amministrabile con porte PoE
- 1 apparato radio con porta Ethernet 100/1000BASE-T per il ponte radio dello stesso tipo di quello sulla piattaforma
- 1 Firewall HW con integrato un VPN server + 1 router per l'accesso a Internet oppure un router con integrato firewall e VPN server.

La rete completa può essere così schematizzata:



Schema della rete completa

Piano di indirizzamento

Si premette che la separazione fra le diverse tipologia di traffico avviene definendo delle apposite VLAN mappate su altrettante subnet IP. Le VLAN vengono configurate sullo switch amministrabile.

Per quanto concerne il piano di indirizzamento si devono definire 6 subnet IP mappate sulle 6 VLAN:

- **subnet 1, compagnia petrolifera;** deve comprendere i 6 host dei 2 uffici di bordo, la postazione di terra (2 host) e il gateway verso Internet costituito per esempio da una sottointerfaccia del router/firewall tramite cui si accede a Internet; in totale sono quindi necessari almeno 9 indirizzi IP (più 1 che può essere utilizzato per configurare lo switch da remoto); è quindi possibile dimensionare una subnet con **14 indirizzi IP utili** impiegando la subnet mask /28 espressa in notazione decimale puntata come 255.255.255.240;
- **subnet 2, subnet 3, subnet 4;** ciascuna di esse deve consentire la configurazione dei 3 host dell'ufficio sulla piattaforma, dei 2 host (PC+ telefono) della postazione operatore di terra, del gateway verso Internet per un totale di 6 indirizzi IP; anche se è sufficiente dimensionare una subnet da 8 indirizzi IP totali (/29) può essere utile avere una certa ridondanza degli indirizzi IP e quindi scegliere la subnet mask /28 (255.255.255.240) che porta la dimensione di ciascuna subnet a **14 indirizzi IP utili per gli host**;
- **subnet 5,** mappata sulla VLAN dei client Wi-Fi; si ipotizza che sulla piattaforma ci siano circa 50 persone e che ciascuna di esse possa utilizzare uno smartphone e/o un tablet o un PC portatile; ipotizziamo quindi di dimensionare una subnet che fornisca fino a un massimo di **126 indirizzi IP per gli host** (tenendo conto anche di eventuali visitatori occasionali ecc.), quindi con subnet mask /25 (255.255.255.128);
- **subnet 6,** monitoraggio ambientale; la sottorete per il monitoraggio ambientale può essere costituita da un certo numero di sensori, per esempio 20 (5 per lato della piattaforma), integrati in *sensor node* come descritto in precedenza, con modulo radio a basso consumo (*Low Power o Low Energy*) e che si collegano in modalità wireless (con tecnologie IoT) a un gateway che costituisce la centralina; in questo

caso è sufficiente un indirizzo IP per l'interfaccia di rete del gateway (centralina) e un indirizzo IP per ciascuno dei PC di servizio che possono essere impiegati per accedere alla visualizzazione dei dati; si può anche prevedere che l'accesso ai dati della centralina possa avvenire solo dai PC degli uffici della compagnia ed in questo caso non è necessario prevedere la subnet N. 6. Se si optasse per sensor node con modulo radio in tecnologia Wi-Fi sarebbe necessario prevedere un indirizzo IP per ciascun sensor node.

Per poter essere configurati e monitorati da remoto, tutti gli apparati di rete devono avere un indirizzo IP, che può appartenere a una delle subnet già configurate oppure a una subnet dedicata esclusivamente a tale scopo (con la relativa VLAN). Gli apparati che costituiscono il ponte radio possono avere già preconfigurato un indirizzo IP per la loro gestione. Per semplicità nel seguito non consideriamo il problema dell'assegnazione degli indirizzi IP agli apparati di rete (ipotizziamo che essi siano in carico a un amministratore di rete e che esso sia l'unico che può accedere alla loro configurazione tramite un proprio PC portatile).

Il piano di indirizzamento può essere ricavato da unico blocco di indirizzi IP, per semplificare la configurazione della funzione NAT/PAT sul router/firewall di accesso a Internet.

Per esempio è possibile utilizzare il blocco di indirizzi IP privati 10.0.0.0/24 e segmentarlo in 5 o 6 subnet a seconda che si opti per la soluzione di VLAN e subnet separate per i sensori oppure li si comprenda nella VLAN e subnet degli uffici della compagnia.

Un possibile piano di indirizzamento è quindi il seguente.

Blocco di indirizzi IP di partenza: **10.0.0.0/24**

Si allunga la subnet mask di 1 bit e si ricavano 2 blocchi, dei quali il primo è assegnato alla subnet 5:

- **Subnet 5 WLAN Wi-Fi** ® indirizzo di rete **10.0.0.0/25** subnet mask 255.255.255.128 gateway 10.0.0.1; AP con indirizzi statici da 10.0.0.2 a 10.0.0.7; server DHCP con IP statico 10.0.0.126; indirizzi dinamici da 10.0.0.10 a 10.0.0.110; indirizzo di broadcast 10.0.0.127

Il secondo blocco **10.0.0.128/25** può essere suddiviso in 8 parti allungando la subnet mask di 3 bit, ottenendo così 8 subnet IP da 14 indirizzi IP utili per ciascuna subnet.

Le prime 4 subnet possono essere impiegate una per i 2 uffici della compagnia (unica subnet) e le rimanenti per gli altri uffici:

- **Subnet 1**, uffici compagnia petrolifera, indirizzo di rete **10.0.0.128/28** s.m. **255.255.255.240**, indirizzo di broadcast 10.0.0.143; solo IP statici per gli host, scelti da 10.0.0.129 a 10.0.0.142

Altri uffici:

- **Subnet 2**, indirizzo di rete **10.0.0.144/28** s.m. **255.255.255.240**, broadcast 10.0.0.159; solo IP statici
- **Subnet 3**, indirizzo di rete **10.0.0.160/28** s.m. **255.255.255.240**, broadcast 10.0.0.175; solo IP statici
- **Subnet 4**, indirizzo di rete **10.0.0.176/28** s.m. **255.255.255.240**, broadcast 10.0.0.191; solo IP statici

Per semplicità ipotizziamo di utilizzare un ulteriore blocco per la subnet di monitoraggio ambientale: **subnet 6 ind. rete 10.0.0.192/28 s.m. 255.255.255.240 broadcast 10.0.0.207; solo IP statici**

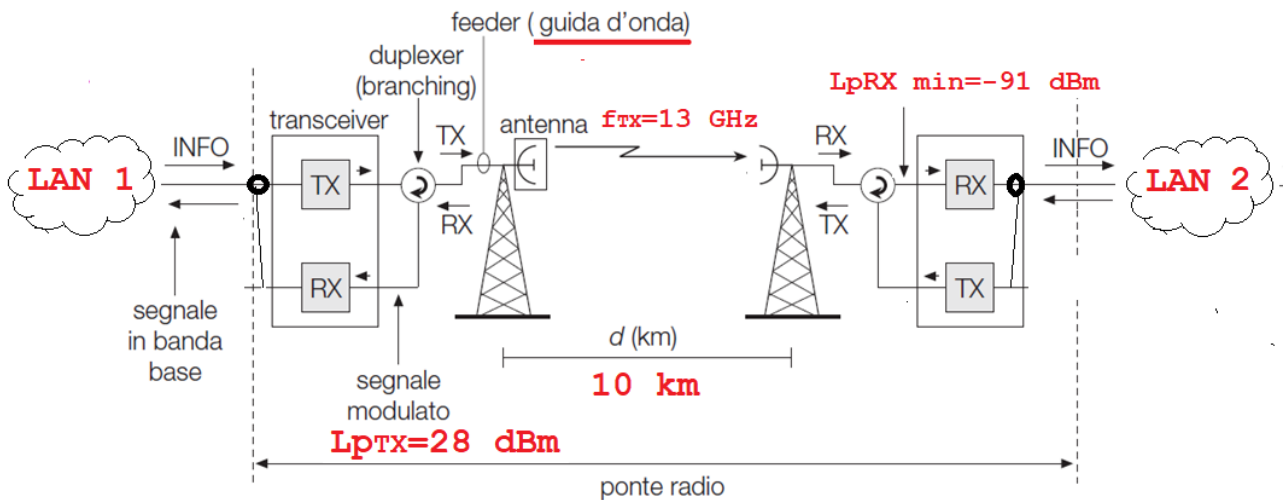
Nel caso in cui il firewall non sia integrato sul router di accesso a Internet è possibile prevedere un'ulteriore subnet IP fatta dalle interfacce del firewall e del router interconnesse (subnet mask /30).

B) progetti il link di collegamento radio con la terraferma, caratterizzando le necessarie antenne in termini di diametro e posizione, il relativo cavo di collegamento e fornendo il relativo link-budget al fine di ottenere idonee caratteristiche di affidabilità;

I dati di progetto del ponte radio sono i seguenti:

distanza 10 km; livello di potenza del trasmettitore **L_{pTX} = 28 dBm**; frequenza **f = 13 GHz**; sensibilità del ricevitore **L_{pRX_minimo} = -91 dBm**.

In figura si rappresenta schematicamente il collegamento in ponte radio



Collegamento in ponte radio

Per determinare l'altezza a cui porre le antenne affinché il collegamento sia di tipo LOS (Line of Sight, in visibilità ottica) si calcola il raggio massimo che deve avere l'ellissoide di Fresnel:

$$r = 8,66 \cdot \sqrt{\frac{d_{km}}{f_{GHz}}} = 8 \text{ m}$$

considerando un aumento di 2 m per via della curvatura terrestre, ipotizzando di porre l'antenna sul tetto dell'edificio posto sulla piattaforma (3 piani, circa 10 m + altezza sul livello del mare della piattaforma stessa). Nel caso in cui il ricetrasmittitore sia posto all'interno (per motivi ambientali), poiché la frequenza di lavoro è molto elevata si opta per l'impiego di una guida d'onda come cavo per l'interconnessione con l'antenna; nel caso invece che si opti per un ponte radio in cui tutto l'apparato è all'esterno (*full outdoor*) si porta direttamente il segnale in banda base (Ethernet) all'apparato radio, che ha l'antenna integrata. Optiamo per la prima soluzione, come suggerito dal testo del tema; in questo caso si può ipotizzare un'attenuazione complessiva della guida d'onda (comprensiva del circolatore) di circa 6 dB.

Si può poi imporre un margine di fading sufficientemente elevato, come per esempio 28 dB, in modo da ottenere un'elevata affidabilità anche in condizioni meteo avverse.

Il calcolo del guadagno delle antenne, che consentirà il loro dimensionamento (diametro), viene fatto tramite un link budget, in cui tutti i guadagni e le attenuazioni sono in dB mentre i livelli di potenza sono in dBm.

Il **link budget** ha come unica incognita il guadagno delle due antenne, espresso in dB, che supponiamo uguale:

$$Lp_{RX_{[dBm]}} = Lp_{TX_{[dBm]}} - A_{cavo_{TX}} + Ga_{TX} - [A_{sl} + M_F] + Ga_{RX} - A_{cavo_{RX}}$$

Si calcola l'attenuazione dello spazio libero:

$$A_{sl} = 92,5 + 20 \log(10_{km}) + 20 \log(13_{GHz}) \cong 135 \text{ dB}$$

Come livello di potenza in ricezione consideriamo la sensibilità del ricevitore, in modo da metterci nel caso peggiore. Il link budget si può quindi così esprimere:

$$-91 = 28 - 6 + Ga_{TX} - [135 + 28] + Ga_{RX} - 6$$

Ne consegue che il guadagno delle antenne deve essere pari almeno a:

$$Ga_{TX} = Ga_{RX} = \frac{-91 - 28 + 6 + [135 + 28] + 6}{2} = 28 \text{ dB}$$

Il diametro minimo delle antenne si può calcolare dalla relazione:

$$G = 18,5 + 20\log_{10} D_{a[m]} + 20\log_{10} f_{[GHz]} \quad [\text{dB}] \quad (9.7)$$

e risulta pari a circa $D_a = 23 \text{ cm}$.

Si può quindi optare per un'antenna commerciale con un diametro¹ $D_a = 30 \text{ cm}$

Per la descrizione dettagliata dei collegamenti in ponte radio si rimanda al libro di testo (vol. 3 CAPITOLO 9 PARAGRAFO 7) e al Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni.

C) indichi in che modo possano essere consultati a distanza i dati della centralina di controllo ambientale;

Nel caso più semplice ipotizzando, come descritto in precedenza, che la centralina (gateway della rete di sensori) comprenda un microcomputer con s.o. LINUX, è possibile installare e configurare su essa un **server web** (come Apache) e un **sito web** accessibile in rete, realizzando dei programmi (per esempio in Python) che acquisiscono i dati inviati dai sensor node e li pubblicano sul sito, in modo che possano essere consultati in rete tramite un normale browser (solamente però da PC appartenenti alla stessa VLAN e subnet del gateway). In casi più complessi è possibile fare in modo che il gateway (centralina) invii i dati a server esterni e/o ad apposite piattaforme cloud poste su Internet.

D) progetti la connessione tra l'operatore di terra e la sede remota della compagnia.

La connessione sicura tra l'operatore di terra e la sede remota della compagnia petrolifera (sede centrale) può essere realizzata tramite Internet con una connessione di tipo VPN, configurata in modo da far transitare su essa solo il traffico dell'operatore di terra della compagnia stessa. Per la descrizione delle connessioni VPN si rimanda al libro di testo (vol. 3 CAPITOLO 7 PARAGRAFO 4.4) e al Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni.

¹ Può non essere conveniente avere antenne di diametro molto maggiore per evitare modifiche indesiderate del loro puntamento a causa delle condizioni meteo (per esempio in caso di forte vento si potrebbe subire una variazione del puntamento per "effetto vela", se le antenne sono poste su un traliccio o un palo.

SOLUZIONE SECONDA PARTE

(a cura del prof. Onelio Bertazioli)

Il candidato scelga due dei quesiti e formuli una risposta della **lunghezza massima di 20 righe** esclusi eventuali grafici, schemi e tabelle.

1. Confrontare tra loro le diverse tipologie di fibre ottiche, indicandone i parametri fondamentali.

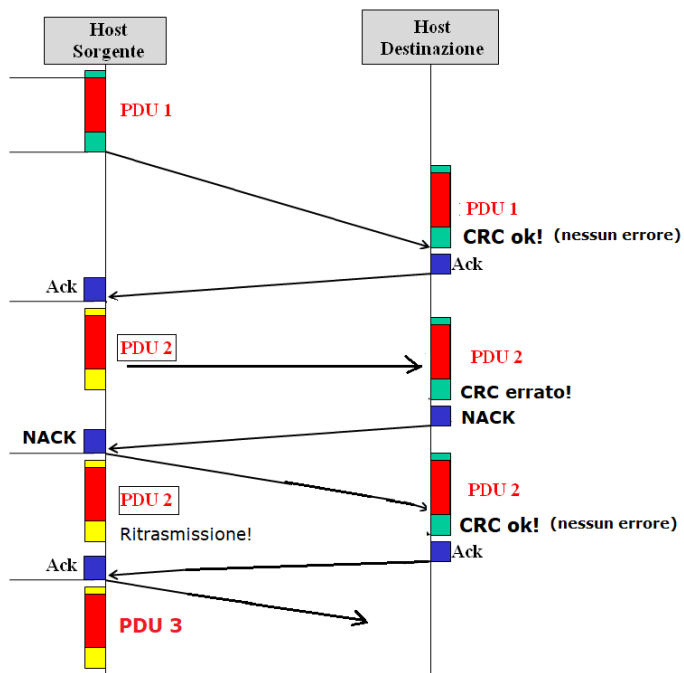
Si rimanda al libro di testo (VOLUME 2 CAPITOLO 5) e al Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni.

2. Descrivere il protocollo Stop and Wait.

Lo stop and wait non è esattamente un protocollo ma un metodo semplice per implementare la correzione d'errore impiegato, per esempio, dal protocollo di applicazione TFTP (*Trivial File Transfer protocol*) e da alcuni (vecchi) protocolli di livello 2.

Il principio con cui opera un protocollo che impiega lo stop and wait per trasferire dati, per esempio da un client a un server è il seguente (es. il client deve caricare un file sul server impiegando il protocollo TFTP):

- I dati sono suddivisi in blocchi e ciascun blocco viene incapsulato nel payload di una PDU (Protocol Data Unit) del lato sorgente del protocollo; ogni PDU comprende un header in cui sono contenuti dei bit di servizio;
- La sorgente invia una PDU (con il 1o blocco di dati) alla destinazione e attende la conferma di corretta ricezione (detta **ACK**);
- La destinazione effettua la rivelazione d'errore (viene fatta da ciascun protocollo a partire dal livello 2, con il metodo del CRC o del checksum); vi sono quindi due casi:
 - a) non si riscontrano errori nella PDU ricevuta ® la destinazione invia una PDU di servizio con cui conferma (**ACK**) la corretta ricezione della PDU con i dati;
 - b) si riscontrano errori nella PDU ricevuta ® la destinazione scarta la PDU e invia una PDU di servizio (detta **NACK**, Not ACK) con cui chiede la ritrasmissione della PDU con i dati;
- La sorgente analizza la PDU di servizio ricevuta e:
 - nel caso essa sia una conferma di corretta ricezione (**ACK**) passa a trasmettere la PDU dati successiva (2° blocco di dati)
 - nel caso essa sia una richiesta di ritrasmissione (**NACK**) ritrasmettere la stessa PDU dati (1° blocco di dati);
- si prosegue così fino alla trasmissione corretta di tutti i blocchi di dati.



Schema di principio del metodo Stop and Wait.

Poiché il trasferimento dei dati avviene molto lentamente in quanto emessa una PDU la sorgente deve attendere la conferma della sua corretta ricezione prima di trasmettere la PDU successiva, nella maggior parte dei casi lo Stop and Wait è stato sostituito dal metodo di correzione d'errore per ritrasmissione a finestra (window), in cui si possono trasmettere n PDU consecutivamente prima di attendere la conferma di corretta ricezione (che conferma la corretta ricezione di m PDU).

3. Descrivere la funzione e le caratteristiche del protocollo RIP.

Si rimanda al libro di testo (vol. 3 CAPITOLO 6 PARAGRAFO 5) e al Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni.

4. Descrivere l'impiego di un Firewall in relazione alla creazione delle zone designate come MZ e DMZ.

Consideriamo come zona MZ (Militarized Zone) il lato LAN da proteggere. Si rimanda al libro di testo (vol. 3 CAPITOLO 7 PARAGRAFO 6) e al Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni.

Testi consigliati:

Onelio Bertazioli

Corso di Telecomunicazioni vol. 2 e vol. 3

ed. Zanichelli

AA. VV

Manuale Cremonese di Informatica e Telecomunicazioni 2A Edizione

ed. Zanichelli