



Anitec - Assinform

White Paper

Open Radio Access Network: opportunità e prospettive per il settore delle radiocomunicazioni

a cura del Gruppo di Lavoro “Infrastrutture”

Dicembre 2021

ANITEC-ASSINFORM

Associazione Italiana per l'Information and Communication Technology

Tel. 02 00632801 - Fax. 02 00632824

C.F e P.I 10053550967

Sede e uffici di Milano:
Via San Maurilio 21, 20123 Milano

Uffici di Roma:
Via Barberini 11 00187 Roma

segreteria@anitec-assinform.it www.anitec-assinform.it Aderisce a



CONFINDUSTRIA



CONFINDUSTRIA DIGITALE

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. Introduzione | 4 |
| 1.1 Elementi tecnologici di base, percorso di sviluppo, attori e organizzazioni di riferimento | 5 |
| 1.1.1 O-RAN Alliance | 5 |
| 1.1.2 O-RAN Alliance - Organizzazione..... | 7 |
| 2. L'impatto di Open RAN per il sistema delle comunicazioni e gli ambiti di sviluppo per le reti 5G | 9 |
| 2.1 Edge, Cloud, gestione dei dati | 9 |
| 2.1.1 Edge nelle telecomunicazioni | 9 |
| 2.1.2 Edge Cloud | 10 |
| 2.1.3 Sei passaggi per essere pronti per l'edge cloud..... | 12 |
| 2.2 SDRAN: il software che definisce la RAN. | 14 |
| 2.2.1 Gestione della crescente complessità della rete con AI/ML (Intelligenza Artificiale e Machine Learning)..... | 14 |
| 2.2.2 Accelerare l'innovazione nell'ottimizzazione e nella monetizzazione:..... | 14 |
| 2.2.3 Garantire il successo a lungo termine con il Day 2: | 14 |
| 3. Le prospettive per il mercato | 15 |
| 3.1 I modelli di business abilitanti | 15 |
| 3.2 Use cases..... | 18 |
| 4. Paesi benchmark | 19 |
| 4.1 Sviluppo di reti Open RAN a livello globale..... | 20 |
| 4.1.1 Il caso Rakuten (JP) | 20 |
| 4.1.2 Il caso DISH (US) | 20 |
| 4.2 Finanziamenti nazionali per progetti legati al settore Open RAN | 21 |

| | |
|---|----|
| 5. Proposte di policy nazionali..... | 21 |
| 5.1 Le opportunità per il mercato italiano | 21 |
| 5.2 Policy nazionali per incentivare lo sviluppo di reti Open RAN | 23 |

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento esponenziale del traffico mobile a cui si è affiancata la domanda crescente di supporto di connessioni di tipo “always connected” e di terminali controllati da remoto (la cosiddetta Internet of Things).

Questa rapida evoluzione spinge gli operatori ad aggiornare la rete per far fronte alle sempre crescenti richieste di capacità e a cercare nuove soluzioni architetture che permettano da una parte di introdurre più velocemente nuovi servizi e nuove funzionalità per aumentare la capacità offerta dalla rete, e dall'altra parte aiutino a rendere i costi di ampliamento e gestione della rete compatibili con lo scenario competitivo.

Nel caso del segmento dell'accesso radio, visti i maggiori investimenti richiesti, si fa più pressante l'esigenza di ricercare nuove soluzioni ed approcci che permettano di realizzare un'architettura più flessibile, anche a supporto dell'introduzione delle nuove funzionalità legate al 5G. In quest'ottica si stanno affermando diverse iniziative che propongono, con differenti sfumature, il concetto di “Open RAN”, con l'obiettivo di introdurre una maggiore competizione nel segmento radio e favorire anche l'ingresso di nuovi attori. In particolare, è possibile individuare alcuni obiettivi comuni alle diverse iniziative:

- la possibilità di utilizzare dispositivi, apparati e applicativi di diversi fornitori, garantendo quindi l'interoperabilità tramite la definizione di interfacce standard aperte;
- l'utilizzo di hardware non specializzato su cui poter installare i moduli software (realizzati anche da fornitori differenti) che implementano le diverse funzionalità di rete tramite la disaggregazione HW/SW;
- l'introduzione di maggiore intelligenza nel segmento radio, sfruttando anche tecniche di AI/ML (Artificial Intelligence/Machine Learning) al fine di automatizzare molte operazioni volte alla gestione, configurazione e ottimizzazione radio grazie all'introduzione della piattaforma RIC (Radio Intelligent Controller) e di interfacce standard tra questa e la BTS.

1.1 Elementi tecnologici di base, percorso di sviluppo, attori e organizzazioni di riferimento

Le applicazioni Open RAN rientrano nel più vasto panorama dello sviluppo, grazie alla separazione tra hardware e software, di Stazioni Radio Base (SRB/BTS) riconfigurabili, vale a dire stazioni ricetrasmittenti in grado di supportare una o più tecnologie di rete condividendo tra loro le risorse radio senza degrado nella qualità dei servizi offerti.

In particolare, le BTS/SRB riconfigurabili assegnano in modo dinamico le risorse che servono un'area, assegnando maggiore capacità a quelle con maggiore traffico, assicurando che le connessioni già attive restino operative e la qualità del servizio rimanga comunque entro dei limiti prefissati.

1.1.1 O-RAN Alliance

L'O-RAN Alliance è un'iniziativa guidata da operatori al fine di spingere verso una maggiore apertura delle interfacce nella rete di accesso radio dei sistemi mobili di futura generazione. Supportata da operatori quali AT&T, China Mobile, Deutsche Telekom, NTT DOCOMO, Orange, Verizon e TIM, persegue l'obiettivo di fare evolvere l'accesso radio secondo i paradigmi della disaggregazione delle funzionalità radio, virtualizzazione e disaccoppiamento hardware/software con utilizzo di hardware generico (cosiddetto whitebox), automazione e standardizzazione di interfacce aperte per abilitare una vera interoperabilità.

Uno degli obiettivi dell'O-RAN Alliance è favorire la realizzazione di una RAN aperta, basata sulla disaggregazione del nodo di accesso radio secondo quanto previsto dall'architettura 3GPP, alla quale sono stati aggiunti ulteriori elementi funzionali e le relative interfacce. A tal fine è stata definita un'architettura di riferimento (riportata in Figura 1) dove sono rappresentati diversi componenti associati alle varie funzionalità radio:

- O-RU (O-RAN Radio Unit): La parte del nodo radio connessa alle antenne (o che le integra nel caso di sistemi di antenne attive) e responsabile della conversione del segnale da digitale ad analogico e a radiofrequenza in trasmissione e viceversa in ricezione. Il blocco contiene la parte bassa del livello protocollare fisico (Low-PHY);
- O-DU (O-RAN Distributed Unit): La componente del nodo radio che contiene la parte alta del livello fisico (High-PHY) insieme ai livelli protocollari MAC e RLC;
- O-CU (O-RAN Central Unit): questo elemento è composto da una parte che gestisce lo User Plane (contenente il protocollo PDCP e il protocollo SDAP) e una parte di Control Plane (contenente il protocollo RRC). La

virtualizzazione di questo elemento è fattibile impiegando unicamente hardware non specializzato;

- RT-RIC (Near Real Time Radio Intelligence Controller): è l'elemento funzionale in cui sono centralizzate alcune funzioni di programmazione e automazione di rete, permettendo anche l'utilizzo di implementazioni fornite da terze parti e l'impiego di tecniche di AI/ML;
- NRT-RIC (Non Real Time Radio Intelligence Controller): è l'elemento funzionale presente all'interno del layer di Service Management and Orchestration (SMO) che permette il controllo del nodo RAN attraverso l'invio di Policy e monitorando le informazioni FCAPS (Fault, Configurations, Allarms, Performance and Security) provenienti dai vari blocchi dell'architettura;

Per favorire l'apertura dell'ecosistema dell'accesso radio a diversi player, l'O-RAN si è posto l'obiettivo di assicurare l'effettiva interoperabilità tra i diversi elementi di rete, con nuove interfacce:

- L'interfaccia O-FH (Open Fronthaul) è l'interfaccia tra la O-DU e la O-RU, che abilita l'interoperabilità tra O-DU (che può essere installata presso il sito radio o presso un data centre) e O-RU (installata vicino alle antenne) e che possono essere fornite da costruttori differenti (questa è basata sullo split architetturale 7.2x).
- Le interfacce A1 e E2, che consentono il monitoraggio e la riconfigurazione della rete in modo dinamico e automatico in funzione delle esigenze di servizio/copertura, applicando anche tecniche di AI/ML.

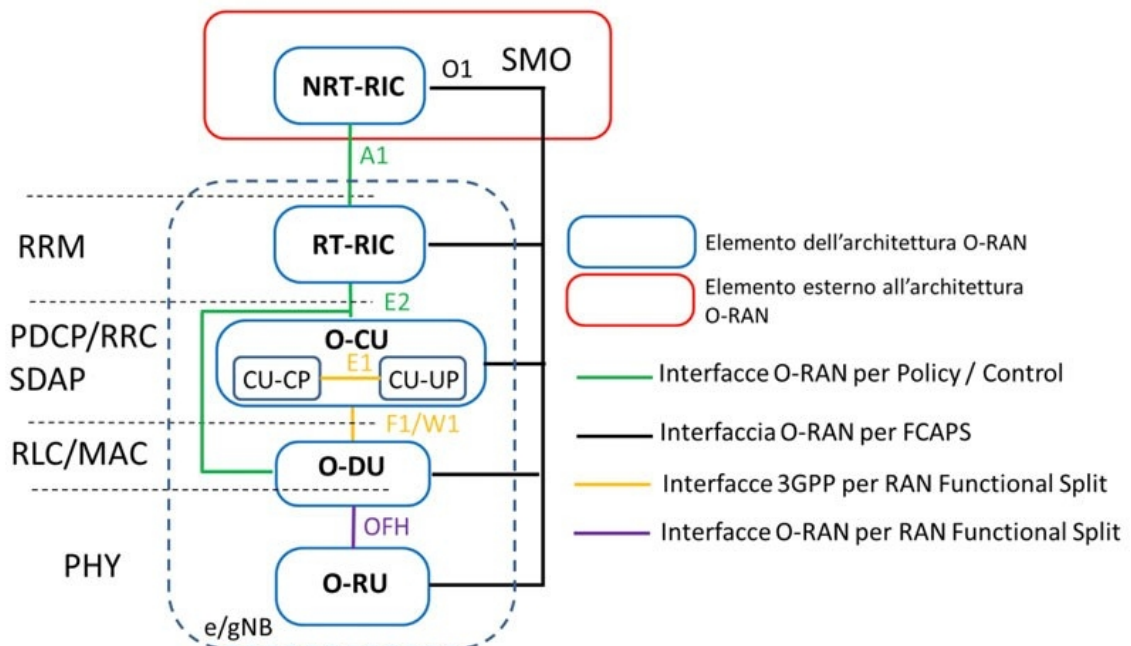


Figura 1-La disaggregazione del nodo radio (e/gNB) in diversi blocchi funzionali e relative interfacce

1.1.2 O-RAN Alliance - Organizzazione

L'attività O-RAN è organizzata in Working Group che hanno lo scopo di definire le interfacce descritte in Figura 1 e in Focus Group che trattano argomenti che sono trasversali ai gruppi di lavoro tecnici o sono rilevanti per l'intera organizzazione.

Working Group

- **WG1:** è il gruppo che si occupa di standardizzare l'interfaccia O1 che corrisponde all'interfaccia di OAM (Operation & Maintenance). Le informazioni FCAPS provenienti dai vari blocchi vengono catturate da questa interfaccia, che allo stesso tempo può essere usata per la configurazione del nodo.
- **WG2:** è il gruppo che si occupa di standardizzare l'interfaccia A1, il cui scopo è inviare informazioni relative alle policy con cui la RAN deve gestire gli utenti o i servizi legati ai diversi utenti. La stessa interfaccia può essere usata per trasmettere alla RAN modelli di Machine Learning (ML) e/o Enrichment Information (EI) al fine di migliorare la gestione delle procedure Radio per raggiungere l'obiettivo prefissato a livello di SMO.

- WG3: è il gruppo che si occupa di definire l'interfaccia E2, il cui compito è quello gestire le procedure radio del nodo in real-time (RT). Per fare questo deve comunicare con i moduli che gestiscono il C-Plane nel nodo radio ovvero: RRC della O-CU e lo scheduler a livello MAC che risiede nella O-DU.
- WG4: è il gruppo che si occupa di definire l'interfaccia O-FH che collega la O-DU alla O-RU. Il gruppo definisce anche le specifiche dell'interfaccia di gestione della O-RU e di conformance test e di interoperabilità dell'interfaccia O-FH
- WG5: è il gruppo che si occupa delle interfacce tra O-DU e O-CU (F1/W1), tra C-Plane e U-Plane (E1) e anche delle interfacce tra altri nodi radio (X2/Xn). Essendo queste interfacce oggetto di standardizzazione in 3GPP, il compito di questo gruppo è assicurarsene l'effettiva interoperabilità andando a ridurre le opzioni e gli aspetti lasciati all'implementazione.
- Il compito di O-RAN non si limita solo alla definizione di interfacce logiche tra funzionalità radio: nel consorzio sono presenti ulteriori working group con l'obiettivo di promuovere l'implementazione di soluzioni O-RAN al fine di disaccoppiare l'hardware dal software e permettere l'utilizzo di hardware non specializzato:
- WG6: è il gruppo che si occupa di definire l'architettura cloud per il nodo RAN, in funzione delle diverse ipotesi di dispiegamento. L'attività comprende la definizione di modalità per l'utilizzo di piattaforme di accelerazione hardware (come FPGA/DSP/ASIC/GPU) necessarie per alcune delle funzioni radio più onerose dal punto di vista computazionale.
- WG7: è il gruppo che si occupa della definizione di un reference design per l'hardware di una "white box" in grado di implementare il nodo radio (in particolare per la componente O-DU ed O-RU)
- WG8: è il gruppo che si occupa della definizione di un reference design del software che implementa il nodo radio.
- WG9: Open X-haul Transport Work Group. Questo gruppo di lavoro si concentra sul dominio dei trasporti, costituito da apparecchiature di trasporto, supporti fisici e protocolli di controllo/gestione associati alla rete di trasporto.
- WG10: Gruppo di lavoro OAM. Questo gruppo di lavoro è responsabile dei requisiti OAM, dell'architettura OAM e dell'interfaccia O1

Focus Group

- SDFG: Focus Group dedicato allo sviluppo standard. SDFG svolge il ruolo principale nell'elaborazione delle strategie di standardizzazione di O-RAN ALLIANCE ed è l'interfaccia principale per altre organizzazioni di sviluppo standard (SDO) rilevanti per il lavoro di O-RAN, per le quali SDFG coordina anche le dichiarazioni di collegamento in entrata e in uscita.
- TIFG: Focus Group Test & Integrazione. TIFG definisce l'approccio generale di O-RAN per il test e l'integrazione, incluso il coordinamento delle specifiche di test tra i vari WG. Ciò può includere la creazione di test end-to-end e specifiche di integrazione; profili per facilitare la produzione, l'operatività e la commercializzazione di O-RAN; approcci per soddisfare requisiti generali; e le specifiche dei processi per eseguire l'integrazione e la verifica della soluzione. Il TIFG pianifica e coordina gli O-RAN ALLIANCE PlugFest e definisce le linee guida per gli Open Test & Integration Center (OTIC) di terze parti.
- OSFG: Focus Group Open Source. Il compito più rilevante che OSFG ha portato a termine è stato il successo del lancio della O-RAN Software Community. Poiché la maggior parte delle attività open source si svolgono direttamente nella comunità del software O-RAN, l'OSFG rimane in una modalità dormiente.
- SFG: Focus Group sulla sicurezza. SFG si concentra sugli aspetti di sicurezza dell'ecosistema RAN aperto.

2. L'IMPATTO DI OPEN RAN PER IL SISTEMA DELLE COMUNICAZIONI E GLI AMBITI DI SVILUPPO PER LE RETI 5G

2.1 Edge, Cloud, gestione dei dati

2.1.1 Edge nelle telecomunicazioni

Nuove tecnologie, nuovi modelli di business, nuova concorrenza: il mondo dei fornitori di servizi di comunicazione si sta evolvendo molto più velocemente di quanto si possa immaginare. Con l'enorme crescita della domanda di larghezza di banda e la proliferazione dei dispositivi, gli Operatori di telecomunicazione stanno costruendo sempre più vicino al perimetro della rete per soddisfare le

esigenze di larghezza di banda e i requisiti di bassa latenza per offrire esperienze utente di alta qualità. Nel frattempo, il 5G offre anche la promessa di fornire servizi di mobilità e banda larga 10 volte più veloci, ultra affidabili e a bassa latenza, creando nuovi casi d'uso e opportunità di business. Gli Operatori di telecomunicazione hanno necessità di competere con lo stesso insieme di clienti, sia residenziali che aziendali, con servizi migliori e più veloci.

La virtualizzazione della rete e le tecnologie cloud non sono più una novità per gli Operatori di telecomunicazione, soprattutto nel data center principale; si può applicare lo stesso principio e gli stessi processi operativi per estendere la rete centrale fino all'edge per espandere la propria rete.

L'edge computing promuove inoltre ulteriori innovazioni per applicazioni e servizi a latenza ultra-bassa e ad alte prestazioni. L'edge computing è necessario per le applicazioni emergenti, come operazioni autonome/robotiche, analisi in tempo reale di AI e ML e approfondimenti intelligenti, elaborazione video, sorveglianza live/drone, riconoscimento di oggetti/gesti, servizi di localizzazione/geo-spaziali e giochi AR/VR e apprendimento, ovunque i dati vengano generati, elaborati e consumati all'edge.

Tuttavia, non è un compito semplice per gli Operatori essere in grado di distribuire questi nuovi servizi in modo rapido, sicuro e su larga scala ai margini della rete. L'implementazione e il funzionamento di un tale ambiente cloud distribuito è complesso e richiede miglioramenti significativi nell'architettura cloud, nell'approccio di rete e nella gestione delle operazioni. Ciò richiede un'architettura cloud-first e una strategia per pianificare, progettare e costruire una piattaforma agile, scalabile, gestibile e sicura al fine di estendere in modo conveniente la propria portata, aumentare i ricavi e la quota di mercato e raggiungere i propri obiettivi di business presso le telecomunicazioni bordo.

2.1.2 Edge Cloud

Gli Operatori di telecomunicazione hanno diverse priorità nei loro sforzi di trasformazione della rete. Alcuni stanno modernizzando l'architettura e l'infrastruttura esistenti man mano che si evolvono verso principi moderni e cloud-first, mentre altri stanno innovando con modelli di business e applicazioni. Qualunque sia l'intento e il caso d'uso aziendale, condividono tutti gli obiettivi di una maggiore reattività e prontezza per le esigenze della propria attività.

Gli obiettivi per i cloud perimetrali possono essere ampiamente classificati nelle seguenti sfide aziendali:

I. Agilità ed innovazione

La combinazione di un'infrastruttura agile con cloud perimetrali può accelerare l'innovazione nelle telecomunicazioni. Una piattaforma di sviluppo agile richiede che gli Operatori di telecomunicazione collaborino con i fornitori su offerte differenziate e aggiungano rapidamente caratteristiche e funzionalità per gli abbonati in risposta alle opportunità di mercato. Un'infrastruttura di edge computing agile consente una rapida scalabilità a vantaggio di giochi multiutente in cluster o esperienze che condividono il contesto, come la posizione e l'orientamento tra giocatori situati uno vicino all'altro. Un altro esempio sono le applicazioni personalizzate abilitate dal contesto locale. Gli Operatori di telecomunicazione stanno anche esaminando modelli di business alternativi come la fornitura di una piattaforma PaaS per applicazioni di terze parti. Un'infrastruttura moderna è fondamentale per tali opportunità, poiché richiedono la creazione di ecosistemi edge incentrati sugli sviluppatori, che consentano di attingere alle API edge telco e all'economia degli algoritmi per aiutarli a creare applicazioni edge innovative e dirompenti.

II. Modernizzare le operazioni di rete in MULTI-CLOUD

Esiste un forte focalizzazione sull'aumento della velocità del cambiamento e sul miglioramento della resilienza operativa. Una struttura di intelligenza operativa integrata fornisce funzionalità avanzate del ciclo di vita dei servizi, monitoraggio e resilienza e una migliore efficienza operativa, fornendo una visione integrata di infrastruttura, servizi e applicazioni. Allo stesso modo, il posizionamento efficiente del carico di lavoro richiede gestione in tempo reale e capacità disponibile insieme alla collaborazione tra Operatori e partner dell'ecosistema software, principalmente fornitori di Virtual Network Function (VNF) e Containerized Network Function (CNF). È necessario seguire una serie di passaggi prescrittivi per impacchettare e distribuire VNF/CNF, con il fornitore VNF/CNF che fornisce i prerequisiti per un corretto onboarding di VNF/CNF. Ciò include il formato VNF/CNF, connettività est-ovest e nord-sud, policy di routing e sicurezza e requisiti di prestazioni. Ciò richiede anche un'allocazione e un controllo granulari delle risorse in cui l'allocazione coerente delle risorse al centro dati perimetrale e centrale garantisce che le risorse del tenant siano fornite e rese disponibili come e quando richiesto dall'azienda.

III. Prestazioni e sicurezza dell'applicazione

L'uso di acceleratori hardware e di accelerazione del carico di lavoro basata su DPDK migliora notevolmente le prestazioni delle applicazioni e crea esperienze cliente differenziate. L'edge computing, tuttavia, espande notevolmente anche il numero di potenziali punti di accesso attraverso la rete e gli Operatori di telecomunicazione necessitano di strumenti per fornire livelli di protezione più elevati. Ciò richiede l'uso di gateway cloud sicuri, micro-segmentazione e un ecosistema di soluzioni VNF e CNF per il networking e la sicurezza tra i carichi di lavoro e il tessuto di commutazione e routing dei tenant. Un altro aspetto che influisce sulla sicurezza e sulle prestazioni complessive è la necessità di fornire l'isolamento delle risorse e le garanzie delle risorse tra le applicazioni. Ciò richiede un ambiente multi-tenant sicuro con allocazione dinamica delle risorse. Infine, una solida continuità aziendale richiede che i componenti cloud perimetrali implementino l'alta disponibilità per impostazione predefinita, consentendo allo stesso tempo alle applicazioni di sfruttare le funzionalità della piattaforma ed estendere la loro disponibilità.

IV. Accelerare lo sviluppo e implementazione dell'applicazioni Edge

L'aumento della velocità di sviluppo delle applicazioni è diventato un imperativo aziendale fondamentale. Il settore si sta concentrando sull'uso dei container come piattaforma unificante per lo sviluppo, le operazioni, la sicurezza, il controllo qualità e altri team. Con un approccio DevOps, i team stanno adottando pratiche CI/CD e automazione basata su container per accelerare il ciclo di distribuzione delle applicazioni, gli Operatori di telecomunicazione non possono più limitarsi a costruire un'infrastruttura cloud perimetrale e sperare nell'adozione, ma devono promuovere attivamente l'innovazione del software con applicazioni ottimizzate per un ecosistema cloud decentralizzato. Fornendo agli sviluppatori di applicazioni gli strumenti necessari per sfruttare l'infrastruttura edge distribuita, gli Operatori di telecomunicazione possono promuovere soluzioni innovative che offrono una migliore esperienza del cliente e un servizio migliore. Le soluzioni Edge sono una parte fondamentale di questo sforzo.

2.1.3 Sei passaggi per essere pronti per l'edge cloud

Gli edge cloud forniscono un ambiente in cui gli Operatori di telecomunicazione possono creare soluzioni cloud sicure e potenti che affrontano i limiti dell'infrastruttura tradizionale. Tuttavia, il passaggio da architetture cloud

centralizzata a edge cloud può essere complesso. Qui descriviamo una serie di iniziative utili all'Opratore di telecomunicazioni per evolvere verso un'architettura cloud che massimizzi l'impatto degli edge cloud.

1. Stabilire obiettivi chiari.

Stabilire obiettivi chiari e casi d'uso per lo sviluppo di edge cloud a breve e lungo termine. È necessario articolare il valore aziendale e identificare chiaramente le capacità e le attività per andare avanti.

2. Comprendere il proprio panorama applicativo.

Analizzare i requisiti delle proprie applicazioni per identificare quelle più adatte per un ambiente cloud edge. Considerare la necessità di eseguire il refactoring delle proprie applicazioni on-premise per la distribuzione su piattaforme cloud edge. Le applicazioni flessibili e orientate ai servizi possono in genere sfruttare l'architettura cloud edge scale-out, in particolare le applicazioni cloud native facili da automatizzare, spostare e ridimensionare.

3. Formulare una strategia di allocazione delle risorse.

Analizzare l'intera rete per formare una strategia di distribuzione geografica per i propri cloud edge e i carichi di lavoro delle applicazioni. Ciò include l'identificazione del numero di utenti finali in ciascuna area geografica perimetrale che dovrebbero abbonarsi ai servizi edge e il ridimensionamento della capacità del cloud edge di conseguenza. L'obiettivo di questo esercizio è evitare la complessità del sistema e uno scarso utilizzo delle risorse allineando l'allocazione delle risorse con i modelli di utilizzo previsti e le caratteristiche dell'applicazione come l'uso di macchine virtuali e container.

4. Allineare persone, processi e tecnologia.

Riunire business, sviluppo e operazioni e pensare in termini di persone, processi e tecnologia. Cosa deve cambiare e perché? Quali sarebbero gli effetti della migrazione di un'applicazione o di un gruppo di applicazioni agli edge cloud? Quali cambiamenti nel personale o nei flussi di lavoro sarebbero necessari per supportare questo nuovo ambiente cloud edge? Creare un'architettura della soluzione che descriva come dovrebbe apparire la soluzione una volta implementata completamente. L'obiettivo è quello di allineare e guidare coloro che lavorano al progetto. Considerare anche l'adozione di metodologie agili a livello di organizzazione che includano l'ingegneria, la gestione dei prodotti, lo sviluppo aziendale, le operazioni cloud, l'IT, la distribuzione del software e i team di assistenza clienti.

2.2 SDRAN: il software che definisce la RAN

“Software Defined RAN” e “Programmabilità” sono i nuovi paradigmi generati con l’Open RAN, sono la dimensione successiva che prevede il disaccoppiamento dei piani di controllo e dei dati e la sostituzione delle interfacce proprietarie del fornitore con interfacce basate su standard aperti per consentire alle vCU e alle vDU di interagire con unità di controllo e gestione di diversi fornitori, consentendo così una RAN completamente disaggregata e programmabile. Si tratta di decostruire la RAN in elementi modulari con interfacce aperte che consentano la programmabilità e l’innovazione più avanzata.

2.2.1 Gestione della crescente complessità della rete con AI/ML (Intelligenza Artificiale e Machine Learning)

Il Non Real Time RIC fornisce cicli di controllo a latenze superiori a 1 secondo mentre il Near Real Time RIC fornisce cicli di controllo a latenze >10ms e <1 s. Entrambi sfruttano le funzionalità di AI e ML nei sistemi RAN EMS per fornire raccomandazioni e correzioni a circuito chiuso. Man mano che le reti diventano sempre più complesse con il 5G, queste funzionalità diventeranno fattori chiave per una gestione della rete migliorata ed efficiente.

2.2.2 Accelerare l’innovazione nell’ottimizzazione e nella monetizzazione:

Sia le piattaforme Non RT RIC che Near RT RIC consentono una maggiore innovazione attraverso l’ecosistema più ampio. Gli operatori possono sfruttare le API aperte per creare applicazioni personalizzate RIC, tali applicazioni sono definite rispettivamente come r-Apps ed x-App e permettono di sbloccare funzionalità innovative di gestione delle risorse radio per migliorare l’efficienza spettrale, soprattutto mentre passiamo alla banda media e al MIMO massiccio.

2.2.3 Garantire il successo a lungo termine con il Day 2:

Oltre alla implementazione iniziale di Open RAN, l’ecosistema di piattaforma SW orizzontale e multifornitore fornisce supporto Day 2 con una pipeline CI/CD continuous integration e continuous delivery su modello DevOps automatizzata. Questa struttura consentirà DevOps più avanzato e agile per un successo a lungo termine di tutti gli attori Open RAN.

Criticamente, gli operatori possono eseguire più versioni dello stesso tipo di funzioni di rete contemporaneamente, senza dover reperire l’intero stack RAN

dallo stesso fornitore ed evitando così il rischio di un lock-in sia di vendor che di tecnologia.

Ciò è fondamentale per lo slicing dinamico della rete end-to-end e per l'introduzione di nuove modalità operative per una copertura end-to-end che risulti economicamente vantaggiosa in contesti rurali, in-building e densi urbani.

Il disaccoppiamento della funzione di gestione dal piano dati per creare un livello di orchestrazione della gestione dei servizi consente la neutralità del fornitore nella gestione del ciclo di vita delle funzioni di rete nella RAN su tutti i tipi di cloud telco (edge, regionale, centrale e persino cloud pubblico), utilizzando interfacce aperte.

Ciò consente inoltre agli operatori di sfruttare una maggiore automazione per gestire i deployments distribuiti nell'intera RAN, che altrimenti potrebbe diventare un'enorme sfida operativa.

Il disaccoppiamento del piano di gestione garantisce inoltre una maggiore integrità dei test delle prestazioni e dell'esperienza del cliente, in modo che gli operatori possano valutare con precisione i guasti e identificare le cause alla radice di eventuali problemi.

Il disaccoppiamento del piano di controllo quasi in tempo reale è l'ultimo passo nella disaggregazione della RAN e comporta il disaccoppiamento dell'intelligenza del software RAN in modo che questo possa essere consegnato su una piattaforma di controllo. L'introduzione di una piattaforma di controllo, il RIC quasi in tempo reale, come livello di astrazione sblocca una maggiore innovazione all'interno e attraverso l'ecosistema degli operatori.

Gli operatori possono fornire API (Application Programming Interface) ai partners per creare applicazioni sulle piattaforme RIC senza preoccuparsi di dover gestire l'integrazione con il piano dati sottostante. Ciò consente una rapida implementazione di funzioni innovative del piano di controllo RAN e x-App e r-App per migliorare l'efficienza spettrale e l'esperienza degli abbonati, oltre a consentire l'introduzione di nuove funzionalità di monetizzazione.

3. LE PROSPETTIVE PER IL MERCATO

3.1 I modelli di business abilitanti

La soluzione Open RAN permette di far evolvere le reti di accesso radio con i suoi principi fondamentali.

I principi chiave della proposta sviluppata nell'O-RAN Alliance includono:

- Guidare il settore verso interfacce aperte e interoperabili, RAN virtualizzate in grado di gestire i “big data” e le funzioni / algoritmi dell'intelligenza artificiale;
- Massimizzare l'uso di hardware standard minimizzando così l'uso di quello proprietario;
- Favorire lo sviluppo di servizi in ambiente “Open Source” ove appropriato.

I tre vantaggi che al momento sono maggiormente ipotizzabili e visibili con l'uso di Open RAN sono:

- la capacità di ridurre CAPEX e OPEX della rete
- la capacità di migliorare l'efficienza e le prestazioni della rete
- la possibilità di importare nuove funzionalità in maniera semplice e agile

Open RAN è in grado di ridurre il CAPEX attraverso un ecosistema multi-vendor ove sono applicate economie di scala: le interfacce aperte Open RAN eliminano il singolo fornitore e facilitano il multi-vendor consentendo così una competizione maggiore tra i vari fornitori e velocità nell'introdurre nuove funzionalità SW. L'uso di Software Open Source favorisce un'innovazione attraverso un ecosistema più ampio.

La funzione O-Cloud nativa di Open RAN, consente maggior scalabilità, affidabilità e disponibilità di risorse.

Open RAN riduce OPEX tramite l'automazione RAN in quanto introduce l'intelligenza integrata in ogni livello dell'architettura e sfrutta le nuove tecnologie basate sull'apprendimento per automatizzare e ridurre le funzioni di rete operative, e quindi ottenere la riduzione dell'OPEX.

Open RAN migliora l'efficienza e le prestazioni della rete, in quanto lo stato delle prestazioni di rete e le risorse di rete sono monitorate e controllate continuamente con poco intervento umano. Anche per la rete più complessa, Open RAN potrà offrire risorse radio efficienti e ottimizzate, usando algoritmi di controllo come, ad esempio, quelli relativi a bilanciamento del carico, gestione della mobilità, controllo multi-connesione, QoS, gestione e risparmio energetico della rete.

Open RAN semplifica l'importazione di nuove funzionalità di rete tramite un semplice software upgrade, grazie all'uso di infrastrutture cloud native.

In aggiunta alle “sfide” legate alle attività di standardizzazione ancora in corso una delle attività da affrontare nell’implementazione di una soluzione Open RAN è la definizione del ruolo delle attività di System Integration necessarie per il deployment e la maintenance: la domanda è: chi gestirà l’integrazione delle diverse tecnologie Open RAN fornite da vendor diversi e l’integrazione con le reti di accesso radio tradizionali?

L’integrazione dell’Open RAN richiede sicuramente un nuovo approccio SW-driven proposto da un ecosistema di vendor HW e SW, system integrators, tower companies, enti regolatori e operatori mobili. Il nuovo approccio porta con sé nuovi modelli di business nel mercato B2B agevolato dai modelli stessi di System Integration necessari al deployment dell’Open RAN e permette l’entrata di nuovi attori in un segmento di mercato con barriere di ingresso rilevanti.

Di seguito riportiamo i modelli di Integrazione per Open RAN e come questi influiscono sul relativo modello di business:

- **Modello di integrazione gestito direttamente dal Mobile Network Operator.**
E’ il modello che si realizza con operatori di elevato profilo tecnologico e capacità operative interne in grado di gestire il complesso lavoro di integrazione delle componenti Open RAN da vendor diversi. L’ottimizzazione dei costi è soprattutto collegata all’ecosistema aperto dovuto all’Open RAN e all’assenza del fenomeno del *vendor lock-in*.
- **Modello di Integrazione affidato ai fornitori HW/SW di Open RAN.**
In questo modello l’integrazione viene affidata a un *vendor* HW o SW di riferimento in grado di poter gestire l’intero ecosistema di partner delle diverse funzionalità/componenti Open RAN. Questo modello pur offrendo il vantaggio di garantire bassi costi derivanti dal fatto che chi fornisce la tecnologia ne segue anche direttamente la *system integration E2E*, potrebbe essere proponibile solo da *vendor* tecnologici di grandi dimensioni e potrebbe portare a situazioni di *lock-in* tecnologico dell’ecosistema di partner proposto, non garantendo la completa indipendenza all’operatore.
- **Modello di Integrazione affidato al fornitore di Managed Services.**
In questo modello i fornitori di Managed Services possono offrire un elevato grado di conoscenza tecnologica e capacità operativa lasciando al Mobile Network Operator le aree più innovative di evoluzione di rete e servizi. Per il Mobile Network Operator l’ottimizzazione dei costi è dovuta oltre che all’ecosistema aperto e all’assenza di *vendor lock-in*, anche alla possibilità di outsourcing delle attività più onerose di gestione e integrazione della rete

- **Modello di integrazione gestito da un System Integrator.** E' un approccio analogo al precedente ma che prevede di affidare l'integrazione ad un soggetto terzo in grado di poter gestire il complesso ecosistema di partners coinvolti e poter agire, in molti casi, come referente unico verso l'operatore mobile, in grado così di seguire ogni fase dell'introduzione dell'Open RAN, dalle attività di Advisoring e Design fino a quelle di Operations. Questo modello offre all'operatore una completa indipendenza dai vendor tecnologici, l'outsourcing non solo delle attività di integrazione e gestione ma anche delle prime fasi di assessment, design e planning e riduce la complessità di coordinamento tra i vari vendor tecnologici introducendo un livello di intermediazione verso l'operatore.

Vediamo quali sono i vantaggi comuni ai quattro modelli e l'impatto sui modelli di Business.

- L'apertura di un segmento di mercato, caratterizzato in passato da soluzioni HW e SW proprietarie chiuse appartenenti ad un unico *vendor*, abbassano le barriere di ingresso.
- Eliminazione del fenomeno di *Vendor Lock-in* tipico di questo mercato.
- Maggiore livello di innovazione e di *swap* tecnologico di specifiche componenti e funzionalità, ottenibile con una maggiore apertura e standardizzazione delle interfacce all'interno della Rete di Accesso.
- Maggiore livello di flessibilità e gestione della rete grazie a modelli di RAN Automation con CI/CD.
- Opportunità e potenzialità di nuovi attori e di figure di intermediazione con gli operatori mobili.

3.2 Use cases

I principali vantaggi dell'architettura Open RAN includono la capacità di utilizzare sistemi di apprendimento automatico e moduli back-end di intelligenza artificiale attraverso interfacce aperte e standardizzate in una rete multi-vendor.

I primi casi d'uso sviluppati per l'architettura Open RAN implementano modelli e politiche di apprendimento automatico per controllare il comportamento in tempo reale della RAN e ottimizzare la RAN stessa tramite specifiche configurazioni e approcci per soddisfare i requisiti di servizio del 5G e oltre.

Un altro “modulo” importante per lo sviluppo dei casi d’uso Open RAN e’ la piattaforma di orchestrazione e “cloudificazione” Open RAN O-Cloud che facilita opzioni e servizi di distribuzione flessibili, modelli di provisioning di elementi di rete virtualizzati nel mondo cloud. L’O-Cloud è la piattaforma di cloud computing che comprende una raccolta di nodi dell’infrastruttura fisica in grado di ospitare le relative funzioni Open RAN, i componenti software di supporto e la gestione appropriata e le funzioni di orchestrazione.

Nel 2021 O-RAN aggiunge agli Use Cases specificati nel febbraio 2020 altri Use Cases considerati prioritari per le attività/specifiche in fase di sviluppo; quindi, la lista degli Use Cases dettagliati a giugno 2021 (nel documento “O-RAN Minimum Viable Plan and Acceleration towards Commercialization”) sono i seguenti:

- O-RAN MVP
- “Open” Package
- Traffic Steering
- QoS and QoE Optimization
- RAN Slicing and SLA Assurance
- SMO (Service Management and Orchestration framework)
- Massive MIMO Optimization
- Multi-vendor Slices
- O-RAN DSS
- RAN Slice Resource Allocation Optimization
- Local Indoor Positioning in RAN
- Massive MIMO SU/MU-MIMO Grouping Optimization
- O-RAN Signaling Storm Protection
- Congestion Prediction and Management
- Industrial IoT Optimization
- O-DU Pooling to Achieve RAN Elasticity

4. PAESI BENCHMARK

All’interno dell’Unione Europea gli operatori di rete mobile hanno manifestato un forte interesse verso la implementazione di reti Open RAN. Diverse press release

e un MoU congiunto realizzato da Telefonica, Vodafone, Deutsche Telekom, Orange e Telecom Italia confermano la volontà di sviluppare reti Open RAN.

In parallelo alcuni governi hanno sviluppato iniziative di finanziamento per progetti legati allo sviluppo di prodotti, applicazioni e reti Open RAN.

4.1 Sviluppo di reti Open RAN a livello globale

4.1.1 Il caso Rakuten (JP)

Rakuten, Inc. è un'azienda giapponese di commercio elettronico con sede a Tokyo in Giappone. Negli anni 2000 Rakuten si è trasformata in una delle dieci maggiori società operative su Internet a livello mondiale, insieme ad Amazon.com, InterActive Corporation, Expedia, fra gli altri.

Rakuten Mobile è un operatore giapponese del gruppo Rakuten, che ad oggi ha raggiunto 5 milioni di subscriber. Rakuten ha costruito la prima rete completamente virtualizzata e cloud native, allo scopo di ridurre gli investimenti sia in CAPEX che in OPEX. Rakuten ha realizzato una rete completamente basata sullo standard O-RAN che fornisce copertura 4G e 5G.

4.1.2 Il caso DISH (US)

Dish Wireless LLC è un Operatore Mobile americano. È una consociata interamente controllata da Dish Network. Dish Wireless è stata fondata il 1° luglio 2020. La sua sede si trova a Littleton, in Colorado.[86][87] Dish Wireless è il quarto operatore mobile più grande negli Stati Uniti, con 8,89 milioni di abbonati alla fine del primo trimestre del 2021. Dish Wireless fornisce servizi voce e dati wireless negli Stati Uniti con il marchio Boost Mobile e fornirà servizi con il proprio marchio dopo la creazione della rete. Dish Wireless sta attualmente fornendo il servizio ai propri clienti utilizzando la rete di T-Mobile 4G/5G con un accordo per 7 anni.

Dish Wireless è il primo operatore mobile “Greenfield” al mondo che sta implementando in campo una rete mobile 5G direttamente “Cloud Native” che parte dall’ accesso radio Open RAN, si estende ai siti Far EDGE ed EDGE ed arriva Core Network 5G in architettura StandAlone virtualizzata container based.

Tutti gli elementi e le funzioni di rete sono integrati ed automatizzati in maniera congruente su una piattaforma Cloud Native orizzontale capace di gestire in modalita “multivendor” i vari fornitore di tecnologia che DISH ha selezionato per la messa in campo della propria rete.

Dish si impegna a coprire il 70% degli americani con il 5G entro la fine di giugno 2023.

Il primo lancio commerciale di un cluster 5G ORAN sarà effettuato da DISH nel primo trimestre 2022 nella città di Las Vegas in circa 150 siti, con vari fornitori di tecnologia 5G utilizzando unità radio O-RAN compliant in versione Tri-Band lower band (n71, n26 e n29) e unità radio Dual-Band mid-band (n70 e n66). Si tratta di unità 4T4R, FDD con portanti di 20MHz su ciascuna banda. Nel mercato statunitense la banda da 3,5 GHz (ovvero n78) non è disponibile.

4.2 Finanziamenti nazionali per progetti legati al settore Open RAN

Tra il 2020 e il 2021 alcuni paesi hanno promosso il finanziamento governativo di progetti Open RAN.

In Germania è stato annunciato lo stanziamento di 130 M€ come stimolo per gli investimenti sullo sviluppo di reti Open RAN.

Recentemente in UK il governo ha organizzato una competizione mettendo sul tavolo 30 M pound per il finanziamento di soluzioni di rete mobile basate su standard O-RAN (progetto [FRANC](#) - *Future RAN: Diversifying the 5G Supply Chain*). La competizione ha lo scopo di aiutare ad incentivare le aziende locali nella creazione di nuovi prodotti e servizi che fanno leva sul potenziale di ORAN.

5. PROPOSTE DI POLICY NAZIONALI

5.1 Le opportunità per il mercato italiano

Come già riportato nei paragrafi precedenti, le opportunità offerte dal modello Open RAN, valutabili sia in termini economici sia in termini di efficienza complessiva dei sistemi di accesso radio, hanno convinto organizzazioni e governi a finanziare lo sviluppo di tecnologie basate su Open RAN.

L'approccio agile orientato al software, che contraddistingue lo sviluppo delle reti Open RAN, è in grado di abbattere le barriere di ingresso e fa intravedere ampie prospettive di sviluppo del mercato in Italia che, se opportunamente indirizzate anche attraverso politiche guidate, potranno creare valore per molti settori e contribuire in modo concreto all'innovazione del Paese.

In particolare, la limitata dipendenza da hardware proprietario – in pratica solo la O-RU (Radio Unit) è specifica per tipologia di utilizzo e banda di frequenza – consente di concentrare le risorse sullo sviluppo del SW che implementa la rete e le sue ottimizzazioni, aprendo maggiori possibilità per sviluppatori SW.

Nei paragrafi precedenti è stato evidenziato come lo sviluppo di reti Open RAN abbia impatti economici molto rilevanti su diversi tipi di organizzazioni e di settori industriali.

Di seguito sono sintetizzati i principali vantaggi ottenibili per il nostro mercato, per ciascuna delle categorie coinvolte:

Operatori di reti di telecomunicazione: possono realizzare e gestire le reti in modo più agile, beneficiando sia di una riduzione dei costi CAPEX e OPEX, sia di una maggiore libertà nella scelta dei propri partner tecnologici, potendo contare su un più ampio bacino di fornitori.

Le reti ORAN consentono poi di implementare meccanismi di ottimizzazione della capacità e delle funzionalità guidati dal traffico, fornendo prestazioni di rete migliori su un HW general purpose che presenta minori problemi di obsolescenza.

System integrator: lo standard Open RAN crea un mercato potenziale di dimensioni più rilevanti per i System Integrator, quali soggetti intermediari tra i fornitori delle tecnologie di accesso e i clienti finali - siano essi operatori di comunicazione oppure organizzazioni - che intendono realizzare soluzioni di rete privata chiavi in mano. È da segnalare che l'evoluzione delle reti basate su standard Open RAN e su infrastrutture Cloud offre la possibilità di introdurre nuovi modelli di business, attraverso i quali la rete viene venduta come servizio (OPEX) con limitata dipendenza da una specifica infrastruttura fissa (CAPEX).

Tower company: queste organizzazioni vedranno in futuro una forte trasformazione del proprio ruolo e dei propri modelli di business; da gestori di risorse per gli operatori, a fornitori di soluzioni a catalogo, aperte, disponibili alle implementazioni di rete per operatore o private, con un mercato potenziale decisamente più ampio di quello attuale. Le tower company diventeranno sempre di più gli abilitatori per la realizzazione di reti, fornendo l'infrastruttura radio (O-RU o Radio Unit e potenzialmente DU e CU) che completa la rete Open RAN ospitata in un ambiente cloud che a sua volta può essere ospitato in Data Center forniti essi stessi dalla Tower Company. Per questi soggetti, la realizzazione di una rete totalmente virtualizzata e basata su un modello di costi totalmente OPEX diventerà una realtà nel panorama della propria offerta.

Infrastructure provider: in questa definizione si possono ricomprendere diverse categorie di provider che si sono già posizionati per offrire soluzioni pronte ad

ospitare reti Open RAN: fornitori di infrastruttura cloud, fornitori di infrastruttura fisica (server, networking etc.), fornitori di infrastruttura virtuale (software di virtualizzazione).

Sviluppatori di applicazioni verticali. La totale integrazione tra infrastruttura di rete e cloud consente una maggiore sinergia tra le applicazioni verticali e l'infrastruttura di comunicazione, che saranno sempre più integrate tra di loro a partire dalla piattaforma HW condivisa. In base ai requisiti di rete, quali latenza, responsività, throughput, sarà possibile ottimizzare in modo più semplice le architetture applicative concentrando le capacità computazionali e localizzandole dove serve una maggiore responsività.

Un altro ambito di sviluppo è dato dalle applicazioni SW basate su RIC per la gestione ed ottimizzazione delle risorse radio.

Un elenco non esaustivo di applicazioni coinvolte comprende:

- Applicazioni industriali (Private Networks)
 - Industry 4.0
 - Oil & Gas, Energy, Mining
 - Aeroporti, Porti, centri logistici
 - Applicazioni di Critical Communications: reti di emergenza
 - E-Commerce, Retail, Freight Forwarders/Trasportatori
 - Industria, produzione, Automotive
 - Retail
 - Etc.
- Software Verticals, MEC
- Applicazioni di realtà aumentata, digital twins, etc.

5.2 Policy nazionali per incentivare lo sviluppo di reti Open RAN

Come sopra evidenziato, in un futuro molto vicino è atteso e auspicabile un forte sviluppo del mercato legato alla realizzazione di reti Open RAN ed una forte ricaduta positiva a livello economico per tutto l'ecosistema delle comunicazioni e dei settori applicativi.

Il forte cambiamento a livello tecnologico presenta un punto di rottura con il passato e riapre un mercato potenziale che in Italia aveva subito una forte contrazione più di dieci anni fa, soprattutto in relazione alle attività di R&D.

La barriera tecnologica si muove sempre più verso gli aspetti software con una ridotta o nulla dipendenza dall'hardware: diminuisce la complessità tecnologica e si sposta l'attenzione verso gli aspetti software e di sviluppo agile, aprendo opportunità di accesso al mercato e di crescita per una più ampia platea di soggetti.

Lo sviluppo e la realizzazione di reti Open RAN richiedono comunque risorse esperte con uno skill multidisciplinare in grado di coprire gli aspetti IT, cloud e telecomunicazioni. Un aspetto importante per il successo nello sviluppo e nella realizzazione di reti ORAN è quindi la formazione di nuove risorse provenienti da curricula di tipo STEM e creando un percorso formativo focalizzato sui punti sopra descritti.

È auspicabile una politica nazionale che incoraggi lo sviluppo di reti Open RAN per accelerare i benefici che si possono ottenere in termini di mercato e per rafforzare ed allargare un bacino di competenze ora concentrate su pochi attori.

I possibili meccanismi ritenuti utili per lo sviluppo del settore comprendono:

- La realizzazione di percorsi formativi ad hoc allo scopo di preparare adeguatamente nuove risorse
- L'istituzione di progetti finanziati:
 - Per lo sviluppo di soluzioni a standard Open RAN
 - Per lo sviluppo di attività di system integrator indipendenti
 - Per lo sviluppo mirato di applicazioni vertical dedicate a specifici settori industriali
- La creazione di presupposti, anche normativi e regolatori, per lo sviluppo del settore delle reti private che potrebbe beneficiare dagli standard aperti come O-RAN
- Il sostegno allo sviluppo di hub di test (i cosiddetti OTIC lab) allo scopo di facilitare le attività di test di interoperabilità e conformance per favorire la creazione di soluzioni standard.