

Alma Mater Studiorum
Università di Bologna

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA – SCIENZA E INGEGNERIA
Laurea a orientamento professionale abilitante in Tecnologie dei Sistemi
Informatici

Implementazioni di soluzioni Unified Communication & Collaboration in ambienti on-premise e in cloud

Elaborato in:
Laboratorio di Sistemi di Rete

Relatore:
Roberto Casadei
Correlatore:
Alessio Spennato

Presentata da:
Alessandro Rambaldi

Sessione unica, luglio 2026
Anno Accademico 2025-2026

*Dedico questo traguardo a chi ha
sempre creduto in me,
accompagnandomi con amore,
fiducia e incoraggiamento a ogni
passo del mio cammino.*

*A chi mi è vicino oggi e a chi, pur
non essendo più accanto a me,
continua a vegliare su di me e a
indicarmi la strada da lassù.*

Introduzione

Le moderne organizzazioni fanno sempre più affidamento a piattaforme uniche avanzate per integrare servizi di telefonia, messaggistica, videoconferenza e collaborazione. Parallelamente, la progressiva diffusione delle soluzioni cloud sta trasformando il modo in cui tali servizi vengono progettati, implementati e gestiti, favorendo percorsi di migrazione da infrastrutture tradizionali installate presso le sedi dei clienti, verso modelli più flessibili e scalabili.

Il presente elaborato descrive le attività svolte durante il percorso di tirocinio presso VEM Sistemi S.p.A., con particolare riferimento alle esperienze maturate nell'area *Collaboration*. Le attività considerate hanno riguardato l'analisi, la configurazione e il supporto operativo di soluzioni di comunicazione aziendale basate principalmente su *Cisco Unified Communications Manager* (CUCM), *Webex Calling* e servizi di interconnessione telefonica mediante *TIM Trunking Solution* (TTS). Il lavoro è stato caratterizzato da attività di progettazione, implementazione, migrazione e verifica di sistemi destinati ad ambienti aziendali eterogenei.

L'elaborato non si configura come una descrizione cronologica delle attività svolte, ma come un'analisi strutturata del contesto applicativo, delle tecnologie utilizzate e delle principali metodologie operative adottate.

Indice

Introduzione	iii
Indice	iv
Contesto aziendale	7
1.1 Profilo generale dell'azienda	7
1.2 Struttura organizzativa e ambiti di attività.....	7
1.3 L'area Collaboration	9
1.4 Inserimento nel team e modalità di affiancamento	10
Contesto applicativo	12
2.1 Ambito applicativo del tirocinio	12
2.2 Sistemi di comunicazione on-premise e cloud	12
2.3 Ruolo di CUCM nel contesto applicativo.....	13
2.4 Ruolo di Webex Calling e delle soluzioni cloud.....	14
2.5 Ruolo del TTS nei sistemi di fonia aziendale	14
Obiettivo della tesi.....	16
3.1 Obiettivi e perimetro della tesi.....	16
3.2 Criteri di valutazione del lavoro svolto.....	16
Tecnologie	17
4.1 Tecnologie di Collaboration e Unified Communications	17
4.2 Piattaforme di call control on-premise: CUCM e componenti logici	18
4.2.1 Oggetti logici di instradamento	18
4.2.2 Rilevanza delle licenze nel contesto operativo	19
4.3 Piattaforme cloud per la fonia aziendale: Webex Calling e Control Hub	20
4.4 Tecnologie di segnalazione e interconnessione telefonica: SIP, PSTN, Voice Gateway e TTS	21
4.5 Servizi applicativi di fonia e contact center	21
4.5.1 Servizi Cisco integrati	22
4.5.2 Code, IVR e servizi di instradamento applicativo	22
4.5.3 Servizi applicativi di terze parti: Imagicle e Redbox	23
4.6 Endpoint e dispositivi di Collaboration	23

4.7 Tecnologie infrastrutturali a supporto della qualità del servizio	25
4.8 Strumenti operativi, ambienti di test e formazione	26
4.9 Sintesi del ruolo delle tecnologie nel percorso di tirocinio	27
Progettazione	28
5.1 Criteri generali di progettazione nelle attività di Collaboration	28
5.2 Analisi logica degli ambienti CUCM esistenti	29
5.3 Progettazione delle attività di migrazione verso Webex Calling	29
5.4 Progettazione dell'instradamento TTS	30
5.5 Flussi di chiamata e regole di numerazione nel caso TTS.....	32
Sviluppo.....	33
6.1 Predisposizione degli ambienti di test	33
6.2 Attività operative su CUCM	33
6.3 Configurazioni su Webex Calling e Control Hub	34
6.4 Implementazione dell'instradamento e delle trasformazioni TTS.....	34
6.5 Controllo dei flussi CUCM collegati	35
6.6 Automazione del download massivo delle registrazioni Redbox	35
Dispiegamento in opera	38
7.1 Premessa e perimetro del dispiegamento	38
7.2 Attività in laboratorio.....	39
7.3 Attività su tenant cliente e ambienti Webex Calling	39
7.4 Attività su ambienti CUCM e soluzioni TTS.....	39
7.5 Attività on-site presso clienti	40
7.6 Supporto al rilascio e gestione delle verifiche operative	40
Verifica sperimentale	42
8.1 Criteri di verifica adottati.....	42
8.2 Verifiche su ambienti CUCM e configurazioni cliente.....	42
8.3 Verifiche relative a Webex Calling e servizi cloud	43
8.4 Verifica della soluzione TTS.....	43
8.5 Verifica delle registrazioni e caso Redbox.....	43
8.6 Troubleshooting dopo aggiornamento CUCM e Imagicle.....	44
8.7 Verifiche in laboratorio e attività on-site	44

8.8 Sintesi dei risultati	45
Conclusioni e sviluppi futuri	47
Bibliografia.....	49
Sitografia	49
Ringraziamenti.....	50

Capitolo 1

Contesto aziendale

Il presente capitolo introduce il contesto aziendale in cui si sono svolti i tirocini. Dopo una breve descrizione di VEM Sistemi e della sua organizzazione interna, viene presentata l'area *Collaboration*, con particolare attenzione al ruolo svolto durante il percorso di tirocinio, alle modalità di affiancamento e alle competenze progressivamente sviluppate.

1.1 Profilo generale dell'azienda

VEM Sistemi S.p.A. è un *system integrator* con sede principale a Forlì e ulteriori sedi operative sul territorio nazionale. L'azienda opera nell'ambito delle infrastrutture informatiche e delle telecomunicazioni, progettando e integrando soluzioni per aziende e organizzazioni di varie dimensioni.

Le attività aziendali riguardano diversi ambiti tecnologici, che verranno descritti nel paragrafo successivo. Ai fini della presente tesi, l'aspetto più rilevante è la presenza di aree tecniche specializzate, organizzate per seguire le diverse fasi dei progetti: analisi dei requisiti, implementazione, rilascio e supporto operativo.

1.2 Struttura organizzativa e ambiti di attività

L'azienda si caratterizza per la capacità di integrare prodotti e tecnologie differenti, sviluppando soluzioni innovative e personalizzate in base alle esigenze dei clienti.

Le attività aziendali abbracciano i seguenti settori:

- **Networking:** da molti anni l'azienda specializza i propri sistemisti, in grado di affiancare il cliente in ogni fase del progetto, dal *routing* allo *switching*, sviluppando reti LAN, WAN e SD-WAN, oltre a soluzioni di *data center networking* e *cloud networking*, nel rispetto dei più recenti standard internazionali;
- **Data Center Infrastructure:** progettazione e realizzazione dell'infrastruttura dei data center secondo i principali standard internazionali. Un team dedicato accompagna inoltre i clienti lungo

l'intero ciclo di vita della struttura, dalla progettazione alla gestione operativa;

- **Security:** definizione della strategia di gestione del rischio più idonea a proteggere l'organizzazione del cliente e a massimizzarne la resilienza. Attraverso l'approccio *VSecure*, l'azienda sviluppa un modello di *Adaptive Security* che consente di anticipare, prevenire, rilevare e gestire le minacce informatiche, implementando di volta in volta la strategia difensiva più efficace;
- **Delivery:** area responsabile della realizzazione operativa e della consegna dei progetti, occupandosi dell'implementazione delle soluzioni concordate con il cliente nel rispetto dei requisiti tecnici e temporali;
- **Facility:** l'obiettivo è rendere gli edifici più intelligenti, sicuri ed efficienti, migliorando il comfort degli occupanti e ottimizzando i consumi energetici. L'area integra i diversi sistemi tecnologici presenti nell'edificio, con particolare attenzione alla videosorveglianza, al controllo accessi, all'antintrusione, alla climatizzazione, all'automazione, all'illuminazione e ai servizi a supporto del data center. Tali soluzioni permettono una gestione coordinata e più efficace dell'intero edificio;
- **Collaboration:** sviluppo di soluzioni che integrano sistemi di *telepresence*, *web* e *video conferencing*, *Voice over IP* (VoIP) e messaggistica, consentendo a dipendenti, clienti e partner di collaborare in modo semplice, sicuro ed efficace, utilizzando il mezzo di comunicazione più adeguato;
- **Legacy:** fornitura di consulenza professionale qualificata a supporto dei clienti nella gestione dei dati personali, al fine di garantire la conformità alla normativa nazionale ed europea in materia di privacy (D.Lgs. 196/03 e s.m.i., GDPR), nonché nell'affiancamento delle diverse funzioni aziendali in progetti di business con implicazioni legate alla protezione dei dati;
- **Distributed Cloud:** proposta di soluzioni che spaziano dalla virtualizzazione di server e desktop all'*Unified Computing* e a sistemi di storage flessibili. L'approccio cloud consente di migliorare efficienza e

scalabilità, garantendo al contempo elevati livelli di sicurezza e la tutela degli investimenti nel tempo;

- **Network Operations Center (NOC)**: gruppo operativo dedicato al monitoraggio e alla gestione proattiva delle infrastrutture IT dei clienti, attivo 24/7. Il NOC si occupa della supervisione dei sistemi, della gestione degli incidenti e delle attività di manutenzione, garantendo la continuità operativa e la tempestività degli interventi. Rappresenta un punto centrale per il supporto tecnico e per il coordinamento delle attività di assistenza e gestione dei servizi.

VEM opera in sinergia con realtà del settore tecnologico, tra cui Cisco, Fortinet, Check Point, Trend Micro e Schneider Electric, nell'ambito della progettazione e dell'integrazione di soluzioni informatiche e di telecomunicazioni.

Il portafoglio clienti è eterogeneo e comprende organizzazioni appartenenti a settori diversi, tra cui il bancario, l'universitario, il sanitario, il manifatturiero e l'aziendale. Le soluzioni proposte vengono definite in base alle esigenze tecniche e operative del cliente¹.

1.3 L'area Collaboration

Ho svolto entrambi i tirocini all'interno dell'area Collaboration, ambito che si occupa della progettazione e dell'integrazione di soluzioni per la comunicazione aziendale, con l'obiettivo di favorire la collaborazione tra utenti, sedi distanti tra loro, clienti e partner. Comprende strumenti e tecnologie che consentono di superare le barriere fisiche e di rendere le informazioni accessibili in modo semplice, sicuro e produttivo, indipendentemente dal luogo in cui si trovano gli utenti.

In ambito audio-video, VEM Sistemi realizza ambienti di diversa complessità, dalle sale riunioni di piccole dimensioni fino a spazi più articolati, come sale conferenze e auditorium con capienza superiore a trecento persone. Queste soluzioni richiedono l'integrazione di componenti hardware e software, sistemi di videoconferenza, apparati audio, dispositivi di illuminazione e di fonoassorbimento funzionali, sistemi di controllo delle luci e piattaforme per la condivisione dei contenuti, con l'obiettivo di garantire un'esperienza di comunicazione efficace sia in presenza sia da remoto.

¹ <https://www.vem.com> (ultimo accesso 29/05/2026)

In ambito fonia aziendale, si sfruttano principalmente le *Unified Communications*, con particolare riferimento alle infrastrutture Cisco, sia *on-premise* sia in cloud.

1.4 Inserimento nel team e modalità di affiancamento

Ho svolto entrambi i tirocini previsti dal corso di laurea nello stesso ambito tecnico presso VEM Sistemi.

Nella fase iniziale della prima esperienza sono stati messi a disposizione corsi introduttivi sulle tecnologie di rete tramite *Sophia*, la piattaforma formativa interna dell'azienda. In particolare, erano presenti contenuti video e materiali in formato PDF dedicati ai fondamenti del CCNA (*Cisco Certified Network Associate*), certificazione Cisco di livello iniziale finalizzata alla validazione delle competenze essenziali nell'ambito del networking e dell'*Information Technology*.

Ho inoltre svolto numerose attività di laboratorio sviluppabili su *Cisco Packet Tracer* (software di simulazione di rete gratuito sviluppato da Cisco) per consolidare quanto appreso tramite i video corsi della piattaforma Sophia e quanto imparato durante il periodo universitario. Contemporaneamente mi sono stati presentati anche video formativi sulla piattaforma INE relativi alla parte di *Webex Control Hub*², dashboard di gestione centralizzata e basata sul cloud che consente agli amministratori IT di configurare, monitorare e gestire tutti i servizi e i dispositivi di collaborazione dell'ecosistema Cisco Webex.

Durante le prime 3 settimane del primo tirocinio, il tutor aziendale Alessio Spennato ha svolto sessioni di formazione nell'ambito Collaboration, al fine di definire i concetti di base del funzionamento della fonia.

Successivamente mi è stato assegnato un *tenant* di laboratorio sulla piattaforma Webex Control Hub per effettuare i test ed esercitazioni pratiche assegnati dal tutor e dai colleghi.

Nel secondo tirocinio ho proseguito le attività avviate nel periodo precedente, senza una vera fase di interruzione né di ripartenza. Il percorso continuativo mi ha permesso di non perdere le conoscenze acquisite e di proseguire i progetti e le attività che stavo iniziando a svolgere sia in autonomia sia in affiancamento al tutor.

Le attività mi sono state generalmente assegnate con un approccio orientato alla risoluzione autonoma, lasciandomi il compito di analizzare il problema, documentarmi e individuare una possibile soluzione. In caso di difficoltà, il

² <https://www.webex.com/it/control-hub.html> (ultimo accesso 30/05/2026)

confronto con il tutor e con il team mi ha permesso di validare quanto fatto e di approfondire aspetti più complessi. Con il passare del tempo, questo approccio mi ha portato a una progressiva riduzione della necessità di affiancamento, soprattutto per le attività già affrontate o per configurazioni ricorrenti su diversi clienti.

Capitolo 2

Contesto applicativo

Il capitolo descrive il contesto applicativo delle attività svolte, inquadrando le soluzioni di Collaboration e di fonia aziendale affrontate durante i tirocini. Vengono distinti gli scenari on-premise e cloud, introducendo i ruoli di *Cisco Unified Communications Manager* (CUCM), di Webex Calling e del *TIM Trunking Solution* (TTS), tecnologia di interconnessione telefonica tramite *trunk SIP* (Session Initiation Protocol).

2.1 Ambito applicativo del tirocinio

Il primo tirocinio ha rappresentato una fase di introduzione al contesto applicativo delle soluzioni di Collaboration. Ho avuto modo di affrontare sia la componente audio-video, legata a sistemi di telepresenza, web e video conferencing, sia la componente di fonia aziendale, basata su VoIP, messaggistica e servizi di comunicazione integrata.

Nel primo periodo, l'attività si è concentrata soprattutto sull'acquisizione delle conoscenze di base necessarie a comprendere il funzionamento degli ambienti di Collaboration Cisco. Il lavoro ha riguardato in particolare Webex Calling, le migrazioni da CUCM verso soluzioni cloud, la configurazione di dispositivi audio-video e la produzione di documentazione tecnica. Quest'ultima ha avuto un ruolo rilevante non solo come supporto per il cliente, ma anche come strumento operativo per il NOC, facilitando la gestione, il monitoraggio e la continuità dei servizi erogati.

Questa fase iniziale ha quindi permesso di costruire una base tecnica e metodologica utile per il secondo tirocinio, in cui le attività sono state approfondite con maggiore autonomia e con un focus più marcato.

2.2 Sistemi di comunicazione on-premise e cloud

Nel contesto delle soluzioni di Collaboration, i sistemi di comunicazione aziendale possono essere realizzati secondo due principali modelli architetturali: on-premise e cloud. Nel primo caso, i componenti applicativi necessari alla gestione della fonia e dei servizi collaborativi sono installati all'interno dell'infrastruttura del cliente, su

macchine fisiche preconfigurate e dedicate a tale scopo, come i server Cisco *Business Edition 6000* (BE6000) e *7000* (BE7000). Questi modelli sono ancora presenti in molte realtà aziendali e consentono un elevato livello di controllo sulla configurazione, sulle integrazioni e sulle logiche di instradamento delle chiamate.

Il modello cloud, invece, prevede che una parte significativa dei servizi sia erogata tramite piattaforme esterne, amministrabili tramite portali centralizzati. In questo scenario, la gestione di utenti, dispositivi, licenze e servizi telefonici risulta generalmente più flessibile e adatta a organizzazioni distribuite e interessate a ridurre la complessità dell'infrastruttura interna.

Durante le esperienze di tirocinio, ho avuto modo di osservare entrambi gli scenari. Da un lato, le attività sugli ambienti CUCM hanno consentito di analizzare le infrastrutture on-premise già esistenti. Dall'altro, il lavoro su Webex Calling ha consentito di approfondire il modello cloud e le attività legate alla migrazione dei servizi telefonici.

Ho potuto osservare anche che molte aziende non sostituiscono immediatamente i sistemi esistenti, ma adottano percorsi gradualisti di trasformazione verso soluzioni cloud, constatando la possibilità di far coesistere i due mondi.

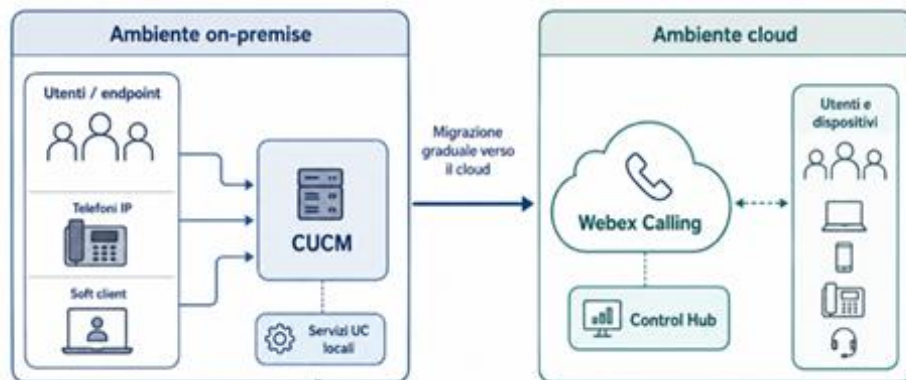


*Figura 1 - Scenari di Collaboration: on-premise e cloud
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)*

2.3 Ruolo di CUCM nel contesto applicativo

CUCM rappresenta la piattaforma centrale per la gestione della fonia IP negli scenari Cisco on-premise³. Nel contesto applicativo della tesi, CUCM è rilevante perché consente di amministrare dispositivi telefonici, utenti, linee e regole di

³ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Cisco Press, 2021, Chapter 15 “Cisco Unified Communications Manager Setup”, pp. 495-533.

instradamento, costituendo il punto di controllo principale per le chiamate interne ed esterne.

Durante il tirocinio, CUCM è stato affrontato soprattutto come ambiente da analizzare prima di qualsiasi modifica o migrazione. Le infrastrutture dei clienti possono infatti presentare configurazioni stratificate nel tempo, nelle quali numerazioni, servizi applicativi, permessi di chiamata e percorsi di instradamento dipendono da scelte tecniche precedenti. Per questo motivo, prima di intervenire su un ambiente, è necessario comprenderne la logica complessiva e individuare le relazioni tra dispositivi, linee, servizi e regole di chiamata.

2.4 Ruolo di Webex Calling e delle soluzioni cloud

Webex Calling rappresenta il modello cloud della fonia aziendale Cisco. A differenza degli scenari on-premise, nei quali il call control è ospitato nell'infrastruttura del cliente, Webex Calling consente di gestire utenti, dispositivi, linee e servizi telefonici tramite una piattaforma centralizzata amministrata: Webex Control Hub.

Nel contesto del tirocinio, Webex Calling è stato rilevante soprattutto nelle attività di migrazione da ambienti CUCM verso soluzioni cloud. Tali attività non consistono in una semplice copia delle configurazioni esistenti, ma richiedono la ricostruzione dei servizi telefonici in un modello diverso, mantenendo, per quanto possibile, la continuità delle numerazioni, dei servizi e dell'esperienza d'uso degli utenti finali.

2.5 Ruolo del TTS nei sistemi di fonia aziendale

Il TTS è una soluzione di telefonia *enterprise* che consente di collegare il sistema telefonico alla rete IP del provider, migrando progressivamente il traffico voce dalla telefonia tradizionale verso il modello VoIP. Invece di utilizzare collegamenti fisici tradizionali come accessi BRI (*Basic Rate Interface*, solo 2 canali portanti) o PRI (*Primary Rate Interface*, fino a 30 canali portanti), il traffico voce viene instradato tramite un trunk SIP, cioè una linea telefonica virtuale che consente di effettuare e ricevere chiamate tramite IP. Questo consente di mantenere l'infrastruttura telefonica già presente presso il cliente, riducendo la necessità di sostituire immediatamente l'hardware esistente.

Nel contesto del tirocinio, il TTS ha rappresentato un caso applicativo significativo perché ha richiesto di comprendere come una chiamata generata da un utente

interno venga instradata dal sistema CUCM verso l'esterno, passando attraverso le regole di numerazione, le trasformazioni dei numeri e i trunk SIP verso il provider. L'attività non si è quindi limitata al collegamento tecnico con TIM, ma ha riguardato anche la verifica del corretto flusso di chiamata e delle logiche di instradamento configurate nel sistema di fonia aziendale.

Capitolo 3

Obiettivo della tesi

Il capitolo definisce il perimetro della tesi e chiarisce quali attività di tirocinio sono state considerate come riferimento principale. Vengono inoltre indicati i criteri utilizzati per valutare il lavoro svolto, con particolare attenzione alla correttezza delle configurazioni, alla continuità operativa, alla documentazione prodotta e alle verifiche effettuate sugli ambienti analizzati.

3.1 Obiettivi e perimetro della tesi

La tesi riguarda le attività svolte durante i tirocini, che hanno avuto come obiettivo principale l'acquisizione di conoscenze e competenze pratiche nell'ambito della Collaboration, con riferimento a:

- analisi di infrastrutture cliente basate su CUCM;
- supporto a migrazioni da ambienti on-premise verso Webex Calling;
- configurazione di utenti, dispositivi, linee e servizi telefonici;
- studio e implementazione di logiche di instradamento tramite TTS;
- verifica di flussi di chiamata, regole di numerazione e trasformazioni;
- predisposizione di ambienti di test e documentazione tecnica;
- attività di troubleshooting su configurazioni CUCM, Webex Calling e servizi applicativi collegati.

3.2 Criteri di valutazione del lavoro svolto

Il lavoro svolto è stato valutato principalmente in base alla correttezza delle configurazioni realizzate e alla loro coerenza con i requisiti tecnici dell'ambiente di riferimento. La valutazione ha quindi previsto test di chiamata, controllo dei flussi, verifica dei trunk SIP eventualmente presenti e analisi del comportamento dei servizi configurati, con l'obiettivo di confermare il corretto instradamento e funzionamento atteso.

Un ulteriore criterio di valutazione ha riguardato la qualità della documentazione prodotta, considerata uno strumento fondamentale per rendere le configurazioni tracciabili, comprensibili e manutenibili nel tempo.

Capitolo 4

Tecnologie

Il presente capitolo descrive le principali tecnologie impiegate durante le attività di tirocinio. Esse sono organizzate in classi funzionali: strumenti di Collaboration e Unified Communications, piattaforme di *call control* on-premise, servizi cloud per la fonia aziendale, protocolli e componenti per l'interconnessione telefonica, servizi applicativi, *endpoint* e servizi infrastrutturali di supporto. Questa organizzazione consente di evidenziare il ruolo di ciascuna tecnologia nelle fasi successive di progettazione, implementazione e verifica. L'immagine sottostante riassume le principali componenti tecnologiche considerate nel capitolo.

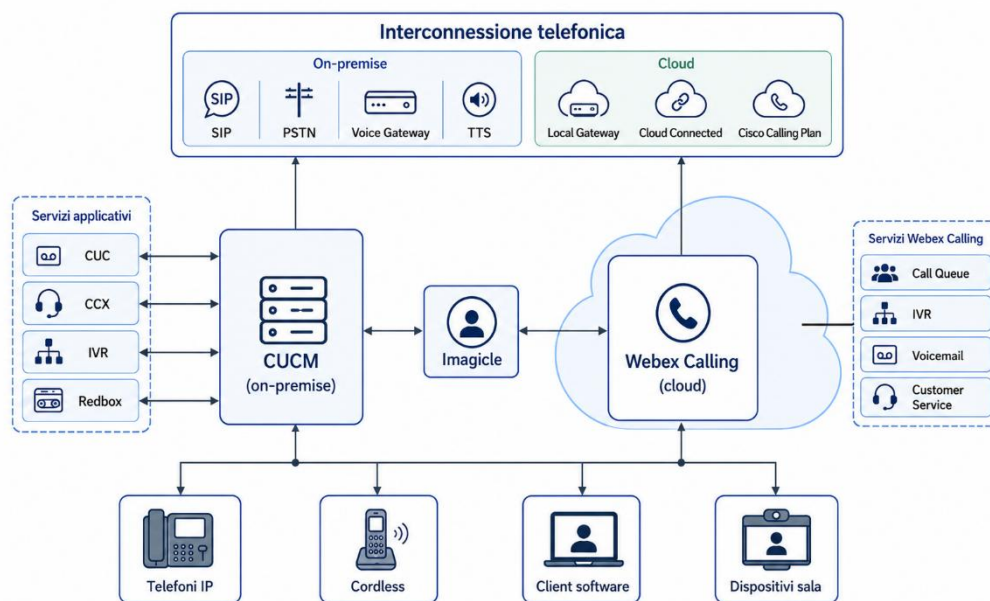


Figura 2 - Sintesi delle principali tecnologie affrontate nel tirocinio
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)

4.1 Tecnologie di Collaboration e Unified Communications

Nel contesto della tesi, i concetti di Collaboration e Unified Communications vengono utilizzati per descrivere due aspetti complementari dei sistemi di comunicazione aziendale. La Collaboration riguarda l'insieme degli strumenti che permettono agli utenti di lavorare insieme, condividere contenuti, partecipare a riunioni e collaborare anche da sedi differenti. Le Unified Communications, invece,

si concentrano sull'integrazione dei canali di comunicazione, come telefonia, videochiamate, messaggistica, segreteria telefonica e presenza degli utenti.

Quando questi due ambiti vengono integrati, si parla di *Unified Communications and Collaboration* (UCC), cioè di un modello in cui la comunicazione e la collaborazione vengono gestite attraverso piattaforme coordinate⁴. Nel percorso di tirocinio, questo concetto si è tradotto nell'utilizzo di sistemi Cisco on-premise e cloud, endpoint, servizi applicativi e strumenti di amministrazione centralizzata.

4.2 Piattaforme di call control on-premise: CUCM e componenti logici

Le piattaforme di call control (come CUCM) costituiscono il livello centrale di un sistema di fonia aziendale, poiché gestiscono la registrazione dei dispositivi, l'associazione tra utenti e linee, le regole di chiamata e l'instradamento verso altri sistemi o verso la rete telefonica esterna.

Negli scenari on-premise, ancora presenti in molte realtà aziendali, tali funzionalità sono erogate tramite componenti installati all'interno dell'infrastruttura del cliente.

4.2.1 Oggetti logici di instradamento

La gestione delle chiamate in CUCM si basa su una serie di oggetti logici collegati tra loro⁵. Tali oggetti non devono essere considerati come configurazioni isolate, bensì come elementi che concorrono alla determinazione del percorso seguito da una chiamata.

Gli elementi più rilevanti incontrati durante le attività sono:

- **Calling Search Space (CSS)**: utilizzato per definire quali *partition* sono raggiungibili da un determinato device o linea;
- **Partition**: raggruppamenti logici di numeri e servizi che, insieme ai CSS, regolano i permessi di chiamata e la visibilità tra dispositivi;
- **Translation Pattern**: intercettano le chiamate e possono applicare trasformazioni alle numerazioni prima dell'instradamento su linea pubblica,

⁴ <https://www.eis.it/blog-voip/unified-communication-collaboration-cos-e-e-perche-sceglirla> (ultimo accesso 02/06/2026)

⁵ https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cucm/admin/15/systemConfig/cucm_b_system-configuration-guide-15/cucm_b_system-configuration-guide-14_chapter_010010.html (ultimo accesso 21/06/2026)

ad esempio rimuovendo i prefissi o effettuando normalizzazioni del numero in formato compatibile con il provider;

- **Route Pattern:** anche questi intercettano le chiamate verso la linea pubblica e inoltrano il flusso verso l'opportuna *Route List*;
- **Route List:** contenitori ordinati di *Route Group* che definiscono l'ordine di priorità con cui il CUCM tenta di instradare una chiamata verso l'esterno;
- **Standard Local Route List:** analizzate per comprendere il loro utilizzo in contesti multi-sede con esigenze di instradamento locale;
- **Route Group:** gruppi contenenti uno o più trunk SIP;
- **Device Pool:** utilizzati per definire un *Local Route Group* per un determinato insieme di dispositivi;
- **Time Schedule:** utilizzati per applicare restrizioni temporali all'instradamento delle chiamate, ad esempio per limitazioni orarie;
- **Calling Party Transformation:** impiegate per modificare il numero chiamante prima dell'invio al provider (es. presentazione del numero in formato E.164) ma anche in ingresso per aggiungere il prefisso nazionale e garantire la funzione di richiamata;
- **Called Party Transformation:** utilizzata per adattare il numero chiamato alle specifiche richieste dal provider e per convertire il numero chiamato dall'esterno in un numero interno di riferimento;
- **Line Group:** gruppi contenenti uno o più interni verso cui vengono distribuite le chiamate, secondo algoritmi di instradamento configurabili come *broadcast*, circolare o *top-down*;
- **Hunt List:** elenco ordinato di Line Group che stabilisce la sequenza con cui il CUCM tenta di distribuire una chiamata verso gli utenti appartenenti ai gruppi configurati;
- **Hunt Pilot:** numero pilota utilizzato per instradare le chiamate verso una Hunt List, consentendo la distribuzione delle chiamate in ingresso a gruppi di interni secondo logiche definite.

4.2.2 Rilevanza delle licenze nel contesto operativo

Le licenze non sono state considerate come tema commerciale, ma come elemento tecnico-operativo. In un sistema di fonia, infatti, la licenza associata a un utente o a

un dispositivo può determinare quali funzionalità siano disponibili, quali endpoint possano essere configurati e quali servizi possano essere attivati.

Per questa ragione, durante le attività di analisi e configurazione, è stato necessario considerare anche la coerenza tra utenti, dispositivi, servizi richiesti e licenze disponibili. Questo aspetto assume particolare importanza nei progetti di migrazione verso piattaforme cloud, nei quali le funzionalità abilitate devono essere verificate anche nel nuovo ambiente.

4.3 Piattaforme cloud per la fonia aziendale: Webex Calling e Control Hub

Webex Calling è la soluzione cloud di Cisco per la fonia aziendale⁶. A differenza delle architetture on-premise, in cui il call control risiede presso l'infrastruttura del cliente, Webex Calling consente di erogare i servizi telefonici tramite una piattaforma cloud, riducendo la necessità di mantenere localmente tutti i componenti applicativi.

L'amministrazione del servizio avviene tramite Webex Control Hub, portale centralizzato attraverso cui è possibile gestire il tenant dell'organizzazione, gli utenti, i dispositivi, le sedi, le licenze, le numerazioni e i servizi telefonici.

Un aspetto importante riguarda l'accesso alla rete telefonica pubblica. In Webex Calling questo collegamento può essere realizzato secondo modalità diverse:

- **Local Gateway:** il cliente mantiene un gateway telefonico locale e il proprio provider esistente, integrando l'ambiente cloud con l'infrastruttura già presente;
- **Cloud Connected:** il provider dispone di un'integrazione certificata con i data center Cisco, semplificando la configurazione del servizio;
- **Cisco Calling Plan:** Cisco opera direttamente come provider telefonico, con un modello di servizio gestito in abbonamento.

Queste modalità mostrano come Webex Calling possa essere utilizzato sia in scenari completamente cloud, sia in contesti ibridi, nei quali continuano a essere presenti componenti locali.

⁶ <https://www.cisco.com/c/en/us/support/unified-communications/webex-calling/series.html>
(ultimo accesso 21/06/2026)

4.4 Tecnologie di segnalazione e interconnessione telefonica: SIP, PSTN, Voice Gateway e TTS

Il SIP è uno dei principali protocolli utilizzati nelle comunicazioni VoIP⁷. Consente di instaurare, modificare e terminare le sessioni di comunicazione.

Per consentire agli utenti aziendali di effettuare e ricevere chiamate verso numerazioni esterne è necessario collegare l'infrastruttura interna alla *Public Switched Telephone Network* (PSTN), cioè la rete telefonica pubblica⁸. Negli scenari on-premise basati su CUCM, questo collegamento avviene normalmente tramite un *Voice Gateway*, apparato che svolge il ruolo di punto di interconnessione tra il sistema telefonico aziendale e il provider.

Nelle architetture più recenti, il collegamento verso il provider viene spesso realizzato tramite trunk SIP. Può essere considerato come una linea telefonica logica basata su IP, attraverso la quale vengono instradate le chiamate in ingresso e in uscita.

Il TTS rappresenta un caso applicativo concreto di interconnessione telefonica tramite trunk SIP. Durante il tirocinio, il suo studio ha permesso di approfondire il funzionamento del flusso di chiamata tra CUCM, Voice Gateway⁹ e provider, con particolare attenzione alle regole di instradamento, alle trasformazioni della numerazione e alla verifica delle chiamate in ingresso e in uscita.

È importante distinguere questo scenario da Webex Calling: quest'ultimo riguarda la fonia aziendale in cloud, mentre il TTS gestisce l'interconnessione telefonica con il provider tramite un trunk SIP. Pur condividendo concetti come SIP, numerazione e instradamento, si tratta di ambiti progettuali diversi.

4.5 Servizi applicativi di fonia e contact center

Oltre alle piattaforme di call control, le infrastrutture di Collaboration includono servizi applicativi che estendono le funzionalità della fonia aziendale. Questi servizi permettono di gestire scenari più articolati rispetto alla semplice chiamata tra due

⁷ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Chapter 5 "Communication Protocols", pp. 131-168.

⁸ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Chapter 5, pp. 131-168.

⁹ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Chapter 22 "Cisco IOS XE Gateway and Media Resources", pp. 767-808.

utenti, includendo code di chiamata, risponditori automatici, segreteria telefonica, servizi di contact center, registrazione delle chiamate e funzioni di rendicontazione.

4.5.1 Servizi Cisco integrati

Tra i componenti applicativi Cisco incontrati nello studio degli ambienti on-premise rientrano:

- **Contact Center Express (CCX)**: componente dedicato alla gestione del contact center. Consente di gestire code di chiamata, instradamento delle chiamate e servizi di risposta automatica;
- **Cisco Unity Connection (CUC)**: sistema di messaggistica vocale. Gestisce segreterie telefoniche, messaggi vocali e relative notifiche agli utenti. Può anche essere configurato al suo interno un risponditore automatico;
- **Cisco Meeting Server (CMS)**: piattaforma per la gestione delle conferenze audio, video e web, integrata con i sistemi di comunicazione Cisco;
- **Cisco Unified Presence (CUP) e Instant Messaging & Presence (IM&P)**: servizi dedicati alla gestione della presenza degli utenti (nell'applicazione utilizzata per le comunicazioni interne viene visualizzato lo stato dell'utente, presente o assente) e alla messaggistica istantanea, integrati con il sistema di telefonia.

Questi componenti non costituiscono il nucleo del call control, ma completano l'insieme dei servizi offerti all'utente finale.

4.5.2 Code, IVR e servizi di instradamento applicativo

Le *call queue*, gli *hunt group* e gli *Interactive Voice Response (IVR)* consentono di gestire chiamate dirette a gruppi di utenti o servizi aziendali. Una chiamata può essere accolta da un messaggio automatico, indirizzata verso una coda, distribuita a un gruppo di operatori o instradata in base a una scelta effettuata dall'utente tramite tastierino numerico.

Queste funzionalità sono particolarmente rilevanti nei contesti in cui la fonia aziendale è utilizzata non solo per la comunicazione interna, ma anche per servizi di assistenza, *front office* o gestione di chiamate provenienti dall'esterno.

4.5.3 Servizi applicativi di terze parti: Imagicle e Redbox

Oltre ai componenti nativi dell'ecosistema Cisco, nelle infrastrutture di fonia aziendale possono essere presenti piattaforme applicative di terze parti che estendono le funzionalità offerte dal sistema di Unified Communications.

Tra quelle incontrate durante il tirocinio rientra **Imagicle**, una suite integrabile con CUCM che offre servizi aggiuntivi per la gestione e l'ottimizzazione della comunicazione aziendale. A seconda delle esigenze del cliente, può offrire funzionalità quali rubriche centralizzate, servizi di accodamento delle chiamate, fax digitale, registrazione delle conversazioni, reportistica e analisi del traffico telefonico. Tali funzionalità consentono di ampliare le capacità operative della piattaforma di telefonia senza modificarne l'architettura di base.

Un ulteriore servizio applicativo rilevante è rappresentato dai sistemi di *call recording*, utilizzati per la registrazione e l'archiviazione delle chiamate. In alcuni contesti aziendali, in particolare in quelli soggetti a requisiti normativi o a procedure di controllo interno, può essere necessario conservare le conversazioni telefoniche per finalità di verifica, tracciabilità o conformità. Durante il tirocinio è stato analizzato **RedBox**, un sistema specializzato nella registrazione delle comunicazioni vocali e nella gestione del relativo archivio storico.

La presenza di soluzioni come Imagicle e Redbox evidenzia come la fonia aziendale moderna non sia limitata all'instaurazione della chiamata, ma comprenda anche servizi avanzati di gestione, monitoraggio, rendicontazione e conservazione delle comunicazioni.

4.6 Endpoint e dispositivi di Collaboration

Gli endpoint rappresentano i punti di accesso per gli utenti ai servizi di Collaboration¹⁰. In questa categoria rientrano telefoni IP da scrivania, client software installati su PC o dispositivi mobili, apparati per sale riunioni, sistemi di videoconferenza e dispositivi condivisi. Rientrano inoltre le celle DECT, ossia “stazioni” utilizzate per fornire copertura radio a telefoni cordless aziendali, consentendo agli utenti di effettuare e ricevere chiamate anche in mobilità all'interno degli ambienti coperti.

¹⁰ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Chapters 7-8, pp. 217-288.



*Figura 3 - Esempi dei principali endpoint Cisco affrontati nel tirocinio
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)*

La corretta configurazione degli endpoint è essenziale perché consente agli utenti di registrarsi al sistema, effettuare e ricevere chiamate, accedere ai servizi previsti e utilizzare le funzionalità abilitate dall'architettura.

Negli scenari on-premise, gli endpoint dipendono dalla corretta raggiungibilità dei servizi interni, generalmente raggruppati nel CUCM, necessari per la registrazione e il recupero delle configurazioni. Negli scenari Webex Calling, invece, il dispositivo viene associato a un utente o a un *workspace* (area comune) in Webex Control Hub e deve poter raggiungere i servizi cloud tramite connettività Internet.

Un ulteriore aspetto riguarda la compatibilità dei dispositivi nel tempo. Nei progetti di aggiornamento o migrazione verso il cloud, non tutti gli endpoint possono essere mantenuti senza modifiche. Alcuni richiedono aggiornamenti firmware, altri devono essere riconfigurati, mentre altri ancora possono risultare non compatibili con la nuova piattaforma. Per questo motivo, la verifica degli endpoint supportati costituisce una fase importante nelle attività preliminari di analisi.

4.7 Tecnologie infrastrutturali a supporto della qualità del servizio

Le soluzioni di Collaboration dipendono da una serie di servizi infrastrutturali che, pur non appartenendo direttamente alla fonia applicativa, sono necessari per garantire il corretto funzionamento delle piattaforme, degli endpoint e dei servizi cloud. Tra questi rientrano:

- ***Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)***: consente ai dispositivi di ottenere automaticamente le informazioni di rete minime necessarie per comunicare in rete, come l'indirizzo IP, la subnet mask e il gateway. Possono essere comunicate ulteriori configurazioni per raggiungere altri servizi, utilizzando le opportune *Option DHCP*;
- ***Trivial File Transfer Protocol (TFTP)***: è utilizzato dagli endpoint Cisco per recuperare file di configurazione e informazioni necessarie alla registrazione al CUCM. La sua corretta raggiungibilità è quindi essenziale nelle architetture on-premise, soprattutto durante attività di aggiornamento, migrazione o riconfigurazione dei dispositivi. L'indirizzo IP del server TFTP, che tipicamente è quello del CUCM, deve essere specificato nell'*Option 66* o nell'*Option 150* del servizio DHCP;
- ***Domain Name System (DNS)***: consente la risoluzione dei nomi degli endpoint e dei servizi in indirizzi IP, semplificando la gestione degli ambienti, soprattutto quando i sistemi comunicano tramite nomi logici o *Fully Qualified Domain Name (FQDN)*;
- ***Network Time Protocol (NTP)***: permette invece di mantenere sincronizzato l'orario tra i diversi server, dispositivi e applicazioni. In ambito Collaboration, avere orari coerenti tra CUCM, gateway, sistemi applicativi e dispositivi facilita l'analisi dei problemi e la ricostruzione dei flussi di chiamata;
- ***Single Sign-On (SSO)***: consente agli utenti di autenticarsi tramite un sistema centralizzato, evitando la gestione di credenziali differenti per ogni piattaforma. Questo aspetto evidenzia come le soluzioni di fonia e Collaboration siano integrate con servizi aziendali più ampi, come *Active Directory*, *Entra ID* e *Google Workspace*.

A questi servizi infrastrutturali si affiancano meccanismi finalizzati alla gestione prioritaria del traffico voce e video¹¹ come il *Quality of Service (QoS)* che rappresenta l'insieme delle tecniche utilizzate per dare priorità al traffico più sensibile. Le comunicazioni in tempo reale sono infatti influenzate da parametri come la latenza, il jitter, la perdita di pacchetti e la disponibilità della banda. In fase di analisi e troubleshooting deve sempre essere tenuto in considerazione, poiché un problema di rete può compromettere la qualità della comunicazione.

4.8 Strumenti operativi, ambienti di test e formazione

Le attività svolte durante il tirocinio sono state supportate da strumenti e ambienti differenti, utilizzati in base alla fase del lavoro. CUCM e Webex Control Hub hanno rappresentato le principali piattaforme tecniche per le attività di analisi, configurazione e verifica. A queste si sono affiancati strumenti interni aziendali dedicati alla gestione operativa e documentale delle attività, come *MyVem* (piattaforma di monitoraggio degli apparati dei clienti), *Monkey* (piattaforma per l'accesso agli apparati dei clienti) e *Amy* (gestionale interno).

Per favorire il passaggio dalla formazione teorica all'attività pratica, è stato predisposto un tenant di prova in ambiente Webex Control Hub. Tale ambiente ha permesso di svolgere esercitazioni su configurazioni di utenti, dispositivi e servizi telefonici senza intervenire direttamente sulle infrastrutture del cliente.

Con l'aumentare della familiarità con gli strumenti, l'attività si è progressivamente estesa ad ambienti cliente e piattaforme operative, tra cui CUCM, Webex Control Hub e strumenti interni aziendali dedicati alla gestione operativa e documentale delle attività.

Gli ambienti di test hanno avuto un ruolo importante perché hanno consentito di verificare configurazioni, simulare scenari operativi e ridurre il rischio prima dell'applicazione in contesti reali. Questo approccio ha favorito una progressiva autonomia, consentendo di passare da esercitazioni guidate ad attività operative su CUCM, Webex Calling e infrastrutture cliente.

¹¹ Jason Ball, *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Chapter 13 "Layer 2 and Layer 3 QoS Parameters", pp. 411-448.

4.9 Sintesi del ruolo delle tecnologie nel percorso di tirocinio

Le tecnologie descritte nel capitolo costituiscono la base tecnica delle attività svolte durante il tirocinio. CUCM e Webex Calling rappresentano i due principali modelli di gestione della fonia aziendale, rispettivamente on-premise e cloud. SIP, PSTN, Voice Gateway e TTS permettono invece l'interconnessione con la rete telefonica esterna.

I servizi applicativi, gli endpoint e i componenti infrastrutturali completano l'ambiente di Collaboration, rendendo possibile l'erogazione effettiva del servizio agli utenti finali. La comprensione del ruolo di questi elementi è necessaria per affrontare in modo ordinato le successive fasi di progettazione, implementazione, dispiegamento e verifica.

Capitolo 5

Progettazione

Il capitolo descrive la fase di progettazione delle attività svolte durante il tirocinio. L'attenzione è posta sui criteri adottati prima dell'intervento tecnico, sull'analisi degli ambienti CUCM esistenti, sulla preparazione delle migrazioni verso Webex Calling e sulla definizione delle logiche di instradamento nel caso TTS. La progettazione viene quindi intesa come fase di analisi, raccolta dei requisiti e definizione delle scelte tecniche necessarie per garantire continuità operativa e coerenza con l'infrastruttura del cliente.

5.1 Criteri generali di progettazione nelle attività di Collaboration

Il criterio principale seguito durante le attività di progettazione è stato quello della continuità operativa. Nei sistemi di fonia aziendale, infatti, una modifica al piano di numerazione, alle regole di instradamento o ai servizi associati può avere effetti diretti sulla raggiungibilità degli utenti e sul funzionamento di servizi come le code di risposta, i fax, le registrazioni e le applicazioni integrate. Per questo motivo, prima di ogni intervento tecnico, è stato necessario comprendere il comportamento dell'infrastruttura esistente e individuare gli elementi da mantenere invariati.

La fase iniziale della progettazione prevede generalmente un momento di confronto con il cliente, svolto in presenza presso VEM Sistemi o presso la sede del cliente, oppure da remoto tramite piattaforme come Webex o Microsoft Teams. Durante questi incontri vengono raccolte le richieste, i vincoli tecnici e le informazioni preliminari sull'ambiente esistente. In questa fase ho contribuito alla raccolta degli elementi rilevanti, prestando particolare attenzione ai dettagli utili per le analisi successive.

Al termine degli incontri, le informazioni raccolte vengono riorganizzate e condivise con i partecipanti tramite una comunicazione riepilogativa. Quando alcuni aspetti non risultano completamente definiti, vengono richiesti chiarimenti aggiuntivi, in modo da ridurre il rischio di ambiguità nelle fasi successive. Qualora l'infrastruttura del cliente non fosse già gestita da VEM Sistemi, vengono inoltre richiesti gli accessi necessari per analizzare in modo più preciso l'ambiente tecnico.

Sulla base delle informazioni raccolte, viene predisposta una documentazione tecnica di progetto, nella quale sono riportate le esigenze del cliente, i vincoli individuati e le soluzioni tecniche proposte. In base al tipo di progetto, può essere valutata anche la fornitura di componenti hardware, come dispositivi telefonici, apparati audio-video o altri elementi necessari alla realizzazione della soluzione. La proposta viene quindi condivisa con il cliente e, in caso di richieste di modifica o di integrazione, aggiornata prima dell'approvazione definitiva.

5.2 Analisi logica degli ambienti CUCM esistenti

L'analisi logica degli ambienti CUCM esistenti ha rappresentato una fase progettuale preliminare rispetto alle attività di configurazione, migrazione e verifica. L'obiettivo era ricostruire come ogni ambiente cliente fosse stato configurato nel tempo.

Durante il tirocinio ho analizzato configurazioni già presenti presso ambienti cliente, raccogliendo informazioni su dispositivi, linee, numerazioni interne, sedi di appartenenza, servizi collegati e regole di instradamento. In questa fase sono stati considerati elementi come hunt pilot, hunt list, line group, translation pattern, route pattern, code implementate su CCX e configurazioni specifiche, ad esempio quelle legate alla relazione direttore-segretaria.

Per rendere l'analisi utilizzabile nelle fasi successive, le informazioni raccolte sono state organizzate in fogli Excel e documentazione tecnica. Questo ha permesso di confrontare grandi quantità di dati, individuare eventuali duplicazioni o incoerenze e ricostruire le dipendenze tra numerazioni, dispositivi e servizi applicativi.

L'output principale di questa fase non è stato quindi una configurazione, ma una rappresentazione ordinata dell'ambiente esistente. Tale rappresentazione ha costituito la base per decidere quali elementi mantenere invariati, quali riconfigurare e quali verificare con maggiore attenzione nelle fasi di implementazione e collaudo.

5.3 Progettazione delle attività di migrazione verso Webex Calling

Le attività di migrazione verso Webex Calling hanno richiesto una fase di progettazione orientata al passaggio da un modello on-premise a un modello cloud. In questo scenario, l'obiettivo non è stato soltanto quello di trasferire utenti e

dispositivi su una nuova piattaforma, ma ricostruire nel tenant cloud i servizi telefonici già presenti nell'infrastruttura del cliente, mantenendo il più possibile invariata l'esperienza d'uso finale.

La progettazione parte dall'analisi dell'ambiente esistente e dalla raccolta delle informazioni relative a utenti, linee, dispositivi, numerazioni, servizi attivi e funzionalità richieste. Come per le attività svolte su CUCM, ho utilizzato fogli Excel e documentazione tecnica per ordinare le informazioni e renderle utilizzabili nelle successive attività di configurazione.

Un aspetto importante è stato confrontare le funzionalità dell'ambiente di partenza con quelle di Webex Calling. Servizi come code di chiamata, IVR, segreteria telefonica, linee secondarie e dispositivi non sono da considerare come singole configurazioni isolate, ma come componenti di un sistema telefonico integrato. Questa analisi mi ha aiutato a prestare particolare attenzione alla preparazione delle informazioni, alla coerenza dei servizi da migrare e a garantire la continuità operativa per il cliente.

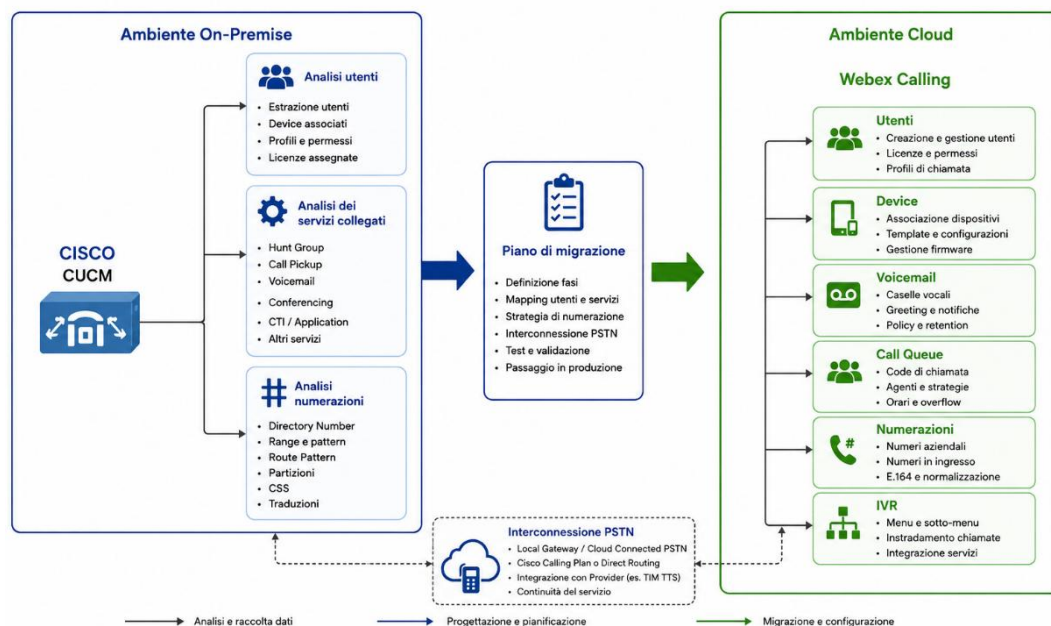


Figura 4 - Piano di migrazione e analisi dei servizi
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)

5.4 Progettazione dell'instradamento TTS

La progettazione dell'instradamento TTS ha riguardato uno scenario diverso rispetto alla migrazione verso Webex Calling. In questo caso, l'infrastruttura

CUCM del cliente rimaneva il sistema centrale di gestione della telefonia, mentre il trunk SIP TTS rappresentava il collegamento verso il provider e verso la rete telefonica pubblica.

La fase progettuale richiedeva quindi di comprendere come le chiamate venissero gestite all'interno di CUCM e quali regole fossero necessarie per instradarle correttamente verso il trunk SIP. Gli elementi principali da considerare sono: partition, CSS, translation pattern, route pattern, route list, route group, device pool e trasformazioni del numero chiamante e chiamato.

In questa attività ho contribuito all'analisi della struttura esistente e alla raccolta delle configurazioni necessarie per comprendere il percorso delle chiamate. L'obiettivo era individuare quali oggetti CUCM intervenissero nel flusso e in quale ordine, così da poter predisporre una configurazione coerente con il piano di numerazione del cliente e con le richieste del provider.

Dal punto di vista progettuale, il TTS consente di mantenere il controllo del call routing all'interno di CUCM, demandando al trunk SIP il collegamento verso l'esterno. Questa separazione permette di conservare la logica telefonica aziendale già presente, introducendo al tempo stesso una modalità più moderna di interconnessione con la rete pubblica.

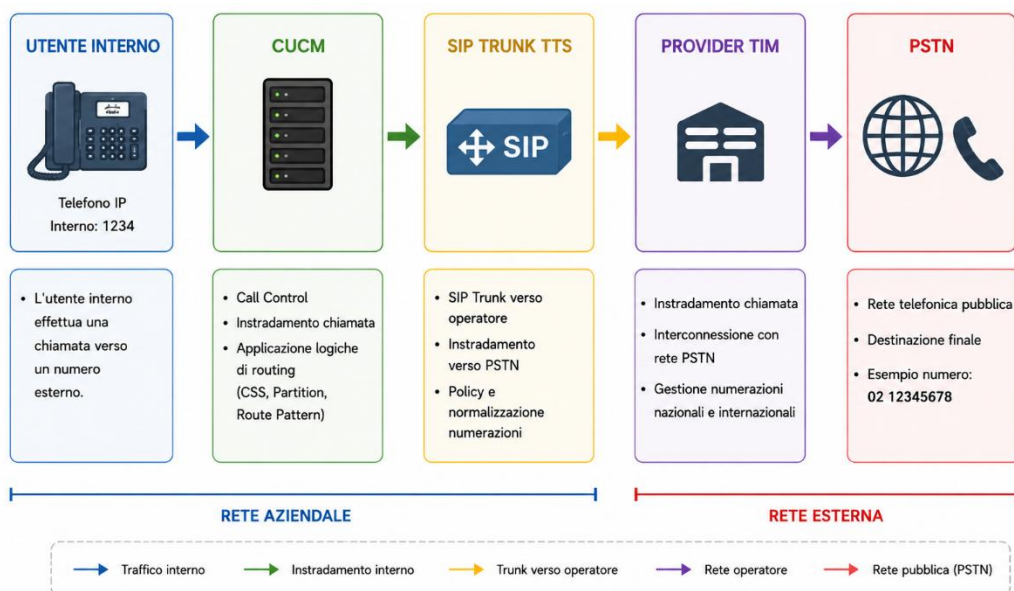


*Figura 5 - Architettura logica della soluzione TTS
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)*

5.5 Flussi di chiamata e regole di numerazione nel caso TTS

Nel caso del TTS, la progettazione del flusso di chiamata è stata necessaria per comprendere come CUCM elabora una chiamata dal momento della composizione del numero fino all'invio verso il provider. La chiamata non viene infatti inoltrata direttamente al trunk, ma attraversa una serie di controlli e regole che determinano se il numero composto è raggiungibile e quale percorso deve seguire.

Nel caso di una chiamata uscente, l'utente compone un numero esterno. CUCM verifica il CSS associato alla linea o al dispositivo e controlla quali partition siano visibili. Il numero viene quindi confrontato con eventuali translation pattern e route pattern. Se necessario, il numero può essere modificato o normalizzato prima di essere instradato verso il trunk SIP TTS.

Il flusso può essere sintetizzato nel modo seguente:

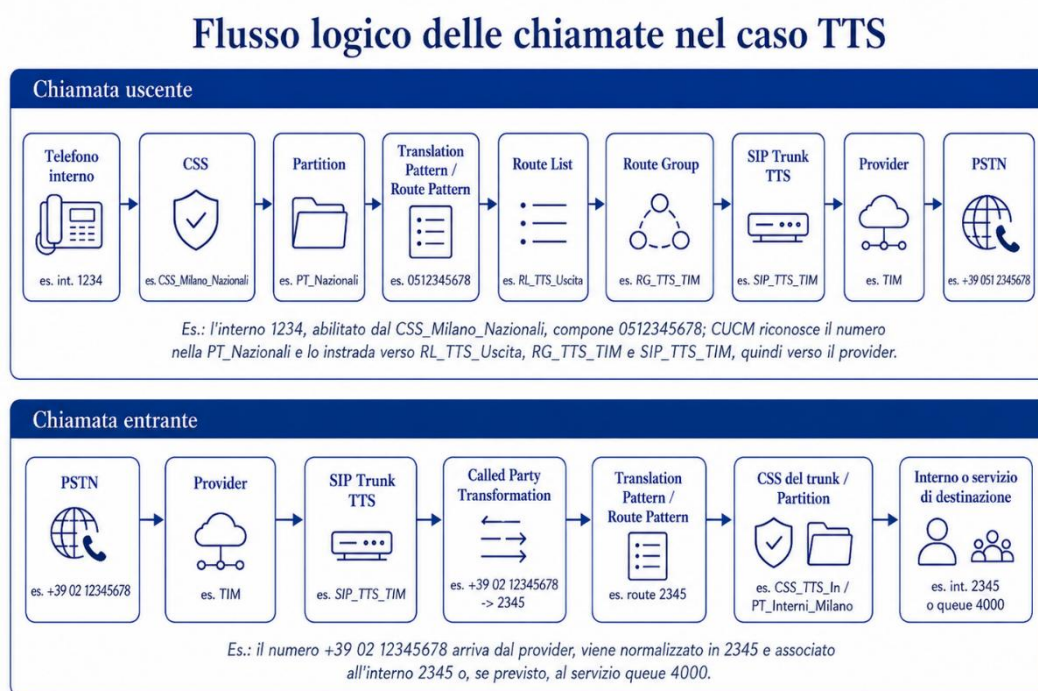


Figura 6 - Schema del flusso logico delle chiamate uscenti e entranti nel caso TTS
(Fonte: elaborazione propria mediante IA generativa)

Capitolo 6

Sviluppo

Il capitolo descrive la fase di sviluppo e di implementazione, cioè il passaggio dalle scelte progettuali alle configurazioni operative. Vengono illustrate le attività svolte in ambienti di test, su CUCM, su Webex Calling e sulle configurazioni TTS, distinguendo le operazioni di predisposizione, configurazione, controllo dei flussi e preparazione alle verifiche successive.

6.1 Predisposizione degli ambienti di test

Gli ambienti di laboratorio sono stati utilizzati per prendere confidenza con le piattaforme, simulare configurazioni e verificare scenari specifici prima del rilascio. In alcuni casi sono stati utilizzati anche ambienti virtuali per simulare ruoli applicativi, come supervisore e agente di coda, utili per le attività collegate ai servizi di contact center.

La preparazione degli ambienti comprendeva anche la raccolta delle informazioni necessarie per la configurazione, la loro organizzazione e la loro verifica. In questo modo, si poteva passare alla fase di implementazione con una visione più chiara delle attività da svolgere e delle dipendenze da considerare.

6.2 Attività operative su CUCM

Una parte rilevante del tirocinio è stata dedicata ad attività operative su CUCM. Gli interventi hanno riguardato ambienti già esistenti, nei quali le configurazioni non potevano essere considerate singolarmente, ma dovevano essere interpretate in relazione a utenti, dispositivi, linee, permessi di chiamata e servizi collegati.

Le attività svolte hanno incluso operazioni di amministrazione e manutenzione, come l'esportazione e l'importazione di configurazioni per aggiornamenti di versione, la verifica di utenze duplicate, l'attivazione di licenze, l'associazione di dispositivi e la creazione o modifica di linee telefoniche. In alcuni casi sono state inoltre considerate configurazioni come CSS, partition e device pool, necessarie per garantire coerenza tra permessi di chiamata, appartenenza dei dispositivi e comportamento atteso del sistema.

Il contributo individuale ha riguardato soprattutto l'esecuzione di controlli dei materiali, la preparazione delle informazioni necessarie, la configurazione di elementi ricorrenti e il supporto alle attività di aggiornamento o migrazione. Le operazioni più delicate sono state svolte in affiancamento o validate con il tutor o con il collega responsabile della commessa, in modo da ridurre il rischio di impatto sugli ambienti cliente.

6.3 Configurazioni su Webex Calling e Control Hub

Nella seconda parte del tirocinio è aumentato il coinvolgimento nelle attività relative a Webex Calling e alle migrazioni verso il cloud. In questo contesto ho lavorato su ambienti gestiti tramite Webex Control Hub.

Le attività svolte hanno riguardato la migrazione di utenti, l'associazione di dispositivi, la gestione di linee, l'attivazione di voicemail, call queue e IVR. In alcuni casi sono state predisposte anche linee secondarie, supervisor di coda e dispositivi da registrare o aggiornare per l'utilizzo con Webex Calling.

Rispetto alle attività su CUCM, il lavoro su Webex Calling richiedeva un approccio diverso nell'organizzazione del servizio telefonico, poiché il principale punto di gestione era il tenant cloud del cliente. L'implementazione consisteva nel trasferire in Webex Control Hub le informazioni raccolte durante la fase di progettazione, garantendo coerenza tra utenti, numerazioni, dispositivi e servizi correlati.

Questa parte del lavoro ha avuto anche una componente documentale. Le attività di migrazione e attivazione dei servizi hanno infatti richiesto la produzione di documentazione tecnica a supporto del team, del cliente e delle successive attività operative, così da rendere tracciabili gli interventi effettuati e facilitare eventuali modifiche future.

6.4 Implementazione dell'instradamento e delle trasformazioni TTS

Le attività relative al TTS hanno riguardato la traduzione delle scelte progettuali in configurazioni operative su CUCM. In questa fase il lavoro non consisteva più nel definire il flusso logico della chiamata, ma nel predisporre o verificare gli oggetti necessari affinché tale flusso fosse effettivamente applicato nell'ambiente del cliente.

L'implementazione ha riguardato la configurazione o il controllo degli elementi di call routing coinvolti nell'uscita e nell'ingresso delle chiamate, tra cui route pattern, route list, route group, trunk SIP e regole di trasformazione della numerazione. Le trasformazioni sono state considerate come parte integrante dell'instradamento, poiché permettono di adattare il numero chiamante e il numero chiamato al formato richiesto dal provider o al formato interno utilizzato da CUCM.

Nel corso del tirocinio ho prima analizzato una soluzione TTS già funzionante, così da comprenderne la logica operativa, e successivamente ho contribuito alla predisposizione e alla verifica di un nuovo scenario.

6.5 Controllo dei flussi CUCM collegati

Dopo la configurazione degli elementi principali, è stato necessario controllare che le modifiche introdotte fossero coerenti con i flussi CUCM già presenti. Questa attività non ha riguardato la progettazione del flusso di chiamata, già descritta nel Capitolo 5, ma la verifica operativa delle dipendenze tra gli oggetti configurati.

In particolare, sono stati verificati i collegamenti tra numerazioni, dispositivi, linee, route pattern, translation pattern, hunt pilot, hunt list, line group e servizi applicativi. Lo scopo era controllare che una modifica introdotta su un singolo elemento non producesse effetti indesiderati su code, gruppi di risposta, inoltri, registrazioni o raggiungibilità di utenti e reparti.

Questa fase ha avuto un ruolo pratico importante perché ha permesso di individuare eventuali incoerenze prima della verifica finale. Il controllo dei flussi collegati ha quindi rappresentato un passaggio intermedio tra implementazione e collaudo funzionale, contribuendo a ridurre il rischio di anomalie in ambienti già utilizzati dagli utenti.

6.6 Automazione del download massivo delle registrazioni Redbox

Nel corso delle attività di una specifica commessa, è emersa la necessità di recuperare un elevato numero di file audio (circa 19500) archiviati all'interno della piattaforma Redbox. Il sistema consentiva il download delle registrazioni tramite interfaccia web, ma l'operazione doveva essere eseguita manualmente per ogni singolo record. In presenza di decine di migliaia di file da analizzare, tale procedura risultava particolarmente onerosa e soggetta a errori operativi.

Per ridurre i tempi necessari all'esecuzione dell'attività ho sviluppato uno script JavaScript eseguibile direttamente dalla console del browser. In questo modo si è potuto sfruttare la sessione già autenticata.

Lo script automatizza l'apertura delle registrazioni presenti nella pagina dei risultati, recupera i parametri necessari al mantenimento dello stato dell'applicazione ASP.NET e genera le richieste HTTP che consentono il download degli archivi ZIP contenenti i file audio e i rispettivi metadati. Per evitare un numero eccessivo di richieste consecutive, tra un download e il successivo viene inoltre introdotto un intervallo temporale casuale.

Di seguito un estratto del listato:

```
// Elaborazione sequenziale delle registrazioni selezionate
for (let i = 0; i < slice.length; i++) {

    const input = slice[i];
    const rowNum = start + i;

    // Simulazione del click sulla registrazione
    const fd = new FormData();

    for (const [k, v] of baseFormData.entries()) {
        fd.append(k, v);
    }

    fd.append(`${input.name}.x`, "2");
    fd.append(`${input.name}.y`, "8");

    await fetch(formaction, {
        method: "POST",
        body: fd,
        credentials: "same-origin"
    });

    // Recupero dei parametri di sessione ASP.NET
    const riproResp = await fetch(riproUrl, {
        method: "GET",
        credentials: "same-origin"
    });

    const riproHtml = await riproResp.text();
    const riproDoc = parser.parseFromString(
```

```

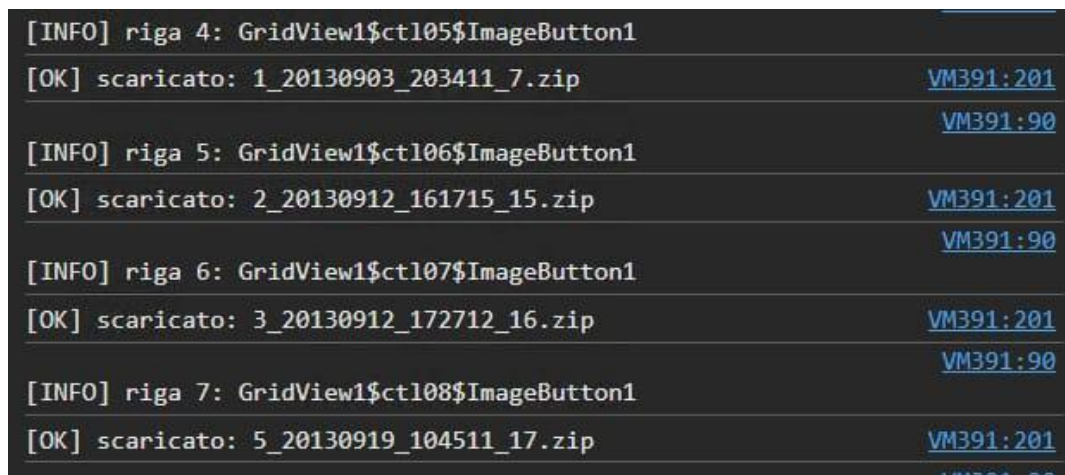
        riproHtml,
        "text/html"
    );

    // Download dell'archivio ZIP
    const blob = await zipResp.blob();

    saveBlob(blob, filename);

    // Attesa prima della richiesta successiva
    await sleep(delay_ms);
}

```



The screenshot displays a series of log messages in a browser's developer console. Each message consists of an information line (starting with [INFO]) and an OK confirmation line (starting with [OK]). The information lines identify the source as 'Gridview1\$ctl05\$ImageButton1' through 'Gridview1\$ctl08\$ImageButton1'. The OK lines confirm the successful download of five ZIP files, each with a unique filename and a timestamp. To the right of each OK message, there is a blue hyperlink that reads 'VM391:201' followed by a colon and a number (90 or 201).

Log Message	Link
[INFO] riga 4: Gridview1\$ctl05\$ImageButton1	
[OK] scaricato: 1_20130903_203411_7.zip	VM391:201
	VM391:90
[INFO] riga 5: Gridview1\$ctl06\$ImageButton1	
[OK] scaricato: 2_20130912_161715_15.zip	VM391:201
	VM391:90
[INFO] riga 6: Gridview1\$ctl07\$ImageButton1	
[OK] scaricato: 3_20130912_172712_16.zip	VM391:201
	VM391:90
[INFO] riga 7: Gridview1\$ctl08\$ImageButton1	
[OK] scaricato: 5_20130919_104511_17.zip	VM391:201
	VM391:90

*Figura 7 - Feedback da console del browser dei download avvenuti con successo
(Fonte: screenshot effettuato personalmente durante l'esecuzione dello script)*

Capitolo 7

Dispiegamento in opera

Il presente capitolo descrive la fase di dispiegamento in opera delle attività svolte durante i tirocini, concentrandosi sul passaggio dagli ambienti di preparazione e di test a contesti operativi o assimilabili. Dopo aver illustrato nei capitoli precedenti le scelte progettuali e le configurazioni realizzate, l'attenzione si concentra sulle modalità con cui tali attività sono state applicate, supportate o predisposte per l'utilizzo in ambienti cliente.

Per ragioni di riservatezza, i clienti coinvolti sono descritti in forma anonima e non vengono riportati dati infrastrutturali, configurazioni sensibili o riferimenti riconoscibili.

7.1 Premessa e perimetro del dispiegamento

Per chiarire il contributo svolto durante il tirocinio, le attività di dispiegamento vengono distinte in tre categorie:

1. **attività svolte direttamente**, come la preparazione di dispositivi, alcuni controlli preliminari, la raccolta di informazioni tecniche e la predisposizione di configurazioni ricorrenti;
2. **attività svolte in affiancamento** al tutor o a colleghi del team, soprattutto nei casi in cui l'intervento riguardava ambienti cliente non ancora rilasciati oppure sistemi già operativi;
3. **attività di supporto** al team, nelle quali il contributo individuale ha riguardato la documentazione, la verifica preliminare, la raccolta dati o la partecipazione a call e attività on-site.

Questa distinzione è necessaria perché il dispiegamento in opera, a differenza delle attività svolte in laboratorio, coinvolge spesso ambienti reali e responsabilità condivise. Di conseguenza, alcune attività sono state svolte in autonomia, mentre altre sono state eseguite sotto supervisione o validate dal collega responsabile della commessa.

7.2 Attività in laboratorio

Tra le attività svolte rientrano la registrazione e la verifica di celle DECT Cisco nell'ambiente Call Manager, la preparazione di dispositivi destinati ai clienti e il controllo preliminare di apparati di Collaboration, come monitor e Cisco Board. In alcuni casi l'attività è stata svolta in affiancamento al tutor, ad esempio per simulare il funzionamento di più celle DECT in configurazione *multicell*, definendo i ruoli di primaria e secondaria. In altri casi ho operato in autonomia, soprattutto nei controlli fisici e funzionali sugli apparati prima della consegna.

Il laboratorio ha quindi permesso di ridurre il rischio operativo prima del rilascio, individuando eventuali anomalie su dispositivi o configurazioni e consolidando un metodo basato sulla verifica preventiva.

7.3 Attività su tenant cliente e ambienti Webex Calling

Il dispiegamento sul tenant cliente ha rappresentato un passaggio diverso rispetto alle prove svolte in laboratorio. In questo caso le configurazioni non erano più isolate o puramente dimostrative, ma dovevano inserirsi in un ambiente collegato a esigenze operative reali, a servizi già configurati e a informazioni condivise con il team tecnico.

Il mio contributo ha riguardato principalmente la preparazione e il controllo delle informazioni necessarie al rilascio, l'applicazione di configurazioni ricorrenti e il supporto alle attività di migrazione verso Webex Calling. Le operazioni più semplici o già sperimentate in laboratorio sono state svolte con maggiore autonomia, mentre attività più delicate, soprattutto quando collegate a tenant cliente o a configurazioni già in uso, sono state eseguite in affiancamento o validate dal tutor o dal collega responsabile della commessa.

In questo contesto, il dispiegamento non è stato inteso come semplice esecuzione delle configurazioni, ma come inserimento controllato dei servizi nel tenant del cliente. L'obiettivo era mantenere coerenza con le impostazioni esistenti, ridurre il rischio di discontinuità e rendere il passaggio verso Webex Calling comprensibile sia per il team tecnico sia per il cliente.

7.4 Attività su ambienti CUCM e soluzioni TTS

Le attività su ambienti CUCM e soluzioni TTS hanno rappresentato una parte significativa del dispiegamento, poiché hanno riguardato configurazioni destinate a

interagire con infrastrutture telefoniche già esistenti. In questi scenari, il contributo individuale ha riguardato soprattutto l'analisi degli elementi coinvolti, la preparazione delle informazioni necessarie e il supporto alla configurazione degli oggetti CUCM collegati all'instradamento delle chiamate.

Nel caso delle soluzioni TTS, ho seguito dapprima l'analisi di una configurazione già funzionante, così da comprenderne la logica, e successivamente ho contribuito alla predisposizione e alla verifica di un nuovo scenario.

Questa modalità di lavoro ha permesso di distinguere tra attività preparatorie, nelle quali era possibile operare con maggiore autonomia, e attività di rilascio, nelle quali era necessario coordinarsi con il team per garantire continuità del servizio e ridurre il rischio di impatto sull'ambiente cliente.

7.5 Attività on-site presso clienti

Il dispiegamento ha incluso anche attività svolte direttamente presso le sedi del cliente. Questi interventi hanno avuto caratteristiche diverse rispetto al lavoro da remoto, poiché hanno richiesto la verifica delle condizioni reali dell'ambiente, la presenza fisica sugli apparati e il confronto diretto con vincoli logistici o infrastrutturali.

Durante il tirocinio sono state svolte attività on-site relative a scenari differenti:

- test collegati a una soluzione TTS;
- controllo e aggiornamento di sale meeting;
- survey per l'installazione di celle DECT Cisco;
- installazione di celle DECT e loro configurazione per il tenant Webex Calling del cliente.

In tutti i casi, la presenza presso il cliente ha permesso di collegare le configurazioni tecniche al contesto reale di utilizzo.

Queste esperienze hanno evidenziato che alcune attività di Collaboration non possono essere valutate esclusivamente da remoto. Elementi come infrastruttura, disposizione degli spazi, copertura, cablaggi, apparati installati e modalità d'uso degli utenti finali incidono direttamente sulla riuscita del dispiegamento.

7.6 Supporto al rilascio e gestione delle verifiche operative

Il supporto al rilascio ha rappresentato la fase conclusiva del dispiegamento, nella quale le configurazioni e gli apparati predisposti sono stati accompagnati verso

l'utilizzo operativo. In questa fase è stato importante distinguere tra configurazione, rilascio e verifica:

- la configurazione riguarda la predisposizione tecnica;
- il rilascio riguarda l'inserimento nell'ambiente operativo;
- la verifica sistematica dei risultati viene approfondita nel capitolo successivo.

Il supporto al rilascio ha richiesto attenzione alla documentazione, alla comunicazione con il team e alla condivisione delle informazioni essenziali per la gestione futura del servizio. In alcuni casi è stato necessario coordinarsi anche con altri gruppi aziendali, come il NOC, soprattutto quando le attività avevano impatto sulla gestione operativa o sul supporto post-rilascio.

Nel complesso, il dispiegamento in opera ha permesso di comprendere come una soluzione di Collaboration non venga semplicemente configurata, ma debba essere inserita in modo controllato all'interno di un ambiente reale.

Capitolo 8

Verifica sperimentale

Il presente capitolo descrive le verifiche effettuate sulle attività analizzate, configurate o supportate durante il tirocinio. Dopo aver illustrato nei capitoli precedenti le fasi di progettazione, implementazione e dispiegamento, l'attenzione viene posta sui controlli eseguiti per valutare il comportamento delle soluzioni e per individuare eventuali anomalie.

8.1 Criteri di verifica adottati

La verifica è stata condotta secondo criteri prevalentemente funzionali e operativi. Il **primo criterio** ha riguardato la coerenza configurativa, cioè la corrispondenza tra gli oggetti configurati e il comportamento previsto dal servizio.

Il **secondo criterio** ha riguardato la continuità operativa, soprattutto negli scenari di aggiornamento, migrazione o introduzione di nuovi servizi. In questi casi, l'obiettivo era evitare discontinuità percepibili dagli utenti finali.

Il **terzo criterio** ha riguardato la capacità di diagnosi, cioè l'individuazione della causa di eventuali anomalie distinguendo tra configurazione applicativa, rete sottostante, servizi esterni o vincoli dell'ambiente operativo.

8.2 Verifiche su ambienti CUCM e configurazioni cliente

Le verifiche su ambienti CUCM sono state orientate a confermare che le configurazioni analizzate o modificate producessero il comportamento atteso. Il criterio principale non era la sola presenza degli oggetti configurativi, ma la coerenza tra tali oggetti e il servizio effettivamente erogato agli utenti.

Le prove hanno riguardato il controllo della raggiungibilità delle numerazioni, il comportamento dei servizi associati alle linee, la coerenza dei percorsi di instradamento e l'assenza di effetti indesiderati su servizi collegati. Quando l'attività riguardava ambienti già esistenti, la verifica è stata svolta confrontando la configurazione presente con il comportamento osservato, in modo da individuare eventuali incongruenze prima di procedere con modifiche successive.

L'esito principale di questa fase è stato la validazione funzionale degli ambienti analizzati. Le verifiche hanno permesso di confermare la correttezza delle configurazioni ricostruite, individuare eventuali anomalie e fornire al team tecnico informazioni utili per aggiornamenti, migrazioni o ulteriori attività di troubleshooting.

8.3 Verifiche relative a Webex Calling e servizi cloud

Le verifiche relative a Webex Calling sono state orientate a controllare il comportamento dei servizi configurati nel tenant cloud.

I controlli hanno riguardato la corretta associazione tra utenti, licenze, dispositivi e linee, oltre al comportamento di servizi come code di chiamata, IVR, voicemail e funzionalità di supporto alla gestione delle chiamate. Negli scenari collegati a migrazioni, la verifica ha avuto come criterio principale la continuità rispetto all'ambiente di partenza: numerazioni, servizi principali e modalità di utilizzo dovevano risultare coerenti per gli utenti finali.

L'esito positivo della verifica consisteva nella possibilità di utilizzare il servizio cloud secondo il comportamento previsto, senza introdurre discontinuità evidenti rispetto alla configurazione precedente. Eventuali anomalie venivano raccolte e analizzate prima di procedere con ulteriori modifiche o con il rilascio definitivo.

8.4 Verifica della soluzione TTS

La verifica del TTS ha riguardato il corretto instradamento delle chiamate verso il trunk SIP del provider.

Sono stati controllati il percorso logico della chiamata, le partition, i CSS, i route pattern, le route list, i route group, il trunk SIP e le trasformazioni numeriche applicate al chiamante e al chiamato.

La verifica ha evidenziato che il funzionamento della soluzione dipende dalla coerenza dell'intera catena di instradamento. Non è quindi sufficiente verificare la sola presenza del trunk SIP, ma è necessario controllare l'intero flusso dal dispositivo interno fino all'uscita verso il provider.

8.5 Verifica delle registrazioni e caso Redbox

Per supportare l'analisi è stato utilizzato uno strumento di automazione sviluppato durante il tirocinio e descritto nel Capitolo 6, che ha consentito di recuperare in

modo efficiente un elevato numero di registrazioni. Durante le attività di verifica è tuttavia emersa un'anomalia non direttamente collegata alla configurazione telefonica: il blocco del processo *w3wp.exe* da parte dell'antivirus ha interrotto il servizio *Internet Information Services* (IIS) locale, impedendo il corretto utilizzo dell'applicativo.

Il caso è rilevante all'interno della verifica sperimentale perché mostra che il controllo di un servizio di Collaboration non riguarda soltanto la piattaforma telefonica principale. In alcuni scenari, il corretto funzionamento del servizio dipende anche da componenti applicativi, sistemi operativi, servizi web locali e policy di sicurezza. La risoluzione del problema ha quindi richiesto di distinguere tra sintomo osservato, componente coinvolto e causa effettiva, adottando un approccio di troubleshooting trasversale rispetto ai soli sistemi di fonia.

8.6 Troubleshooting dopo aggiornamento CUCM e Imagicle

Un ulteriore caso di verifica ha riguardato una problematica di comunicazione tra telefoni emersa dopo un aggiornamento di Call Manager e Imagicle, accompagnato dallo spostamento delle macchine in un'altra *server farm* e dal cambio degli indirizzi IP. In questo caso la verifica è stata svolta in collaborazione con il cliente e con i tecnici del NOC.

L'analisi ha permesso di individuare un problema legato allo stato del cluster switch core Layer 3 e alla tabella ARP, aggravato da uno spegnimento anomalo delle macchine dovuto a un problema elettrico. L'analisi congiunta ha consentito di ricostruire la causa del malfunzionamento e riportare l'infrastruttura in uno stato operativo corretto.

Il caso è rilevante perché dimostra che un'anomalia percepita a livello telefonico può avere origine in componenti infrastrutturali sottostanti. La verifica ha quindi richiesto di distinguere tra sintomo, servizio applicativo coinvolto e causa effettiva. In questo modo è stato possibile evitare una diagnosi limitata al solo CUCM o a Imagicle e considerare invece l'intera infrastruttura di rete a supporto del servizio.

8.7 Verifiche in laboratorio e attività on-site

Le verifiche in laboratorio hanno avuto lo scopo di controllare il comportamento di dispositivi e configurazioni prima dell'utilizzo in contesti reali. Nel caso delle celle DECT Cisco, sono stati verificati la registrazione su Call Manager, il

comportamento della cella primaria e della cella secondaria, la replica delle configurazioni e la possibilità di effettuare chiamate secondo lo scenario previsto.

Le verifiche on-site hanno invece riguardato aspetti che non potevano essere valutati interamente da remoto. In particolare, durante le attività presso clienti sono stati considerati elementi fisici e ambientali come copertura radio, disposizione degli apparati, cablaggi, disponibilità degli spazi, accessibilità dei punti di installazione e compatibilità con l'infrastruttura già presente.

Queste verifiche hanno evidenziato la differenza tra controllo logico e controllo operativo. Il primo riguarda la correttezza della configurazione; il secondo richiede di valutare anche le condizioni reali in cui il servizio verrà utilizzato dagli utenti.

8.8 Sintesi dei risultati

Le verifiche svolte hanno consentito di validare il comportamento delle configurazioni in scenari differenti: ambienti CUCM, tenant Webex Calling, soluzioni TTS, sistemi di registrazione, laboratorio e attività on-site.

I risultati ottenuti sono stati principalmente funzionali e operativi: conferma del corretto instradamento delle chiamate, verifica della coerenza tra configurazione e comportamento atteso, individuazione di anomalie e raccolta di informazioni utili per il team tecnico o per il cliente.

Un limite delle verifiche svolte è l'assenza di metriche quantitative strutturate, come percentuali di successo delle chiamate, misure di qualità audio o report completi di collaudo.

Le attività si sono infatti svolte in contesti reali di commessa, nei quali l'obiettivo principale era garantire continuità operativa, correttezza funzionale e risoluzione dei problemi emersi.

Nel complesso, la fase di verifica ha permesso di collegare le configurazioni realizzate al loro comportamento effettivo, confermando l'importanza di un approccio basato su test, osservazione degli esiti e analisi delle anomalie.

Ambito	Verifica effettuata	Criterio di accettazione	Esito
CUCM	Verifica route pattern	Chiamata instradata verso il trunk previsto	Positivo
CUCM	Verifica CSS e partition	Accesso consentito solo alle destinazioni autorizzate	Positivo
Webex Calling	Associazione utenti e dispositivi	Registrazione corretta del dispositivo e raggiungibilità dell'utente	Positivo
Webex Calling	Test Call Queue	Distribuzione corretta della chiamata agli agenti	Positivo
TTS	Chiamate entranti	Corretta consegna della chiamata all'interno previsto	Positivo
TTS	Chiamate uscenti	Instradamento corretto verso il provider TIM	Positivo
DECT	Registrazione celle	Registrazione delle celle e propagazione della configurazione	Positivo
RedBox	Recupero registrazioni	Download completo dei file richiesti senza errori applicativi	Positivo

Tabella 1 - Sintesi delle verifiche effettuate

Conclusioni e sviluppi futuri

Durante il primo periodo, ho acquisito familiarità con gli strumenti principali, le piattaforme Cisco e le logiche di base delle infrastrutture di comunicazione. Nel secondo tirocinio, invece, il coinvolgimento in attività più complesse mi ha permesso di sviluppare competenze più avanzate, sia sul piano tecnico sia su quello metodologico.

Dal punto di vista tecnico, l'esperienza mi ha consentito di approfondire il funzionamento di CUCM e di Webex Calling. I concetti fondamentali non sono stati studiati soltanto in modo teorico, ma anche applicati in attività concrete di configurazione, verifica, migrazione e troubleshooting. Hanno avuto particolare importanza anche le attività di analisi delle infrastrutture del cliente, nelle quali è stato necessario ricostruire la logica delle configurazioni già esistenti prima di proporre modifiche o replicarle in nuovi ambienti.

Sul piano metodologico, il tirocinio ha contribuito allo sviluppo della capacità di affrontare problemi tecnici in modo strutturato. Le attività assegnate hanno spesso richiesto una prima fase di analisi, seguita dalla ricerca di informazioni, dalla formulazione di ipotesi, dall'esecuzione di test e dalla validazione dei risultati con il tutor o con il team. Questo metodo si è rivelato particolarmente importante nelle attività di migrazione da soluzioni on-premise al cloud, nei test su ambienti di laboratorio e nelle verifiche successive alla configurazione di servizi di fonia.

L'esperienza ha inoltre favorito la crescita di competenze trasversali. La partecipazione a call tecniche, la produzione di documentazione per clienti o per il supporto operativo, il confronto con colleghi di altri team e la presenza in attività on-site hanno richiesto attenzione alla comunicazione, precisione nella raccolta delle informazioni e capacità di adattamento a contesti diversi. In un ambito come quello della Collaboration, infatti, la competenza tecnica deve essere accompagnata dalla capacità di comprendere le esigenze operative del cliente e di tradurle in configurazioni coerenti, mantenendo al tempo stesso un adeguato livello di chiarezza nella documentazione e nel passaggio delle informazioni.

Il tirocinio ha quindi costituito non solo un'esperienza applicativa, ma anche un percorso di crescita professionale orientato all'acquisizione di autonomia, metodo e consapevolezza del ruolo tecnico svolto all'interno di un system integrator.

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri, il percorso svolto potrebbe essere approfondito in tre direzioni principali. La prima riguarda l'automazione di alcune attività ripetitive, come raccolta dati, controllo delle configurazioni e produzione di report, così da ridurre il rischio di errore manuale e velocizzare le fasi di analisi. La seconda riguarda l'approfondimento delle metodologie di collaudo, introducendo criteri più strutturati per misurare qualità, continuità del servizio e corretto instradamento delle chiamate. La terza riguarda l'evoluzione delle competenze tecniche verso una maggiore autonomia nella progettazione di soluzioni ibride, nelle quali sistemi on-premise e servizi cloud coesistono durante percorsi gradualmente di migrazione.

Tali sviluppi risultano coerenti con l'evoluzione osservata durante il tirocinio: le infrastrutture di Collaboration non vengono più gestite come sistemi isolati, ma come ambienti integrati nei quali fonia, servizi cloud, applicazioni, rete e supporto operativo devono essere considerati congiuntamente.

Bibliografia

Ball J., *CCNP and CCIE Collaboration Core CLCOR 350-801 Official Cert Guide*, Cisco Press, 2021.

Sitografia

<https://www.cisco.com/c/en/us/support/unified-communications/webex-calling/series.html> (ultimo accesso 21/06/2026)

https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cucm/admin/15/systemConfiguration/cucm_b_system-configuration-guide-15/cucm_b_system-configuration-guide-14_chapter_010010.html (ultimo accesso 21/06/2026)

<https://www.eis.it/blog-voip/unified-communication-collaboration-cos-e-e-perche-sceglierla> (ultimo accesso 02/06/2026)

<https://www.vem.com> (ultimo accesso 29/05/2026)

<https://www.webex.com/it/control-hub.html> (ultimo accesso 30/05/2026)

Ringraziamenti

Desidero ringraziare la mia famiglia e, in particolare, i miei genitori, per l'amore, i sacrifici e il sostegno incondizionato che mi hanno sempre dimostrato. Senza il loro aiuto e la loro fiducia questo traguardo non sarebbe stato possibile.

Un ringraziamento speciale va alla mia ragazza, che mi è stata accanto durante tutto il percorso universitario con pazienza, comprensione e affetto, sostenendomi nei momenti più impegnativi e condividendo con me ogni soddisfazione raggiunta.

Ringrazio inoltre i miei amici per la loro presenza, per i momenti di svago e per il supporto che, in modi diversi, mi hanno offerto in questi anni.

Desidero infine ringraziare il relatore, il tutor aziendale e tutte le persone incontrate durante l'esperienza di tirocinio presso VEM Sistemi, che hanno contribuito alla mia crescita professionale e personale, permettendomi di acquisire competenze e consapevolezza utili per il mio futuro.

A tutti voi, grazie.