

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
SOFTWARE ENGINEERING – LECTURE 24

Virtualizzazione, Cloud e Microservizi

Prof. Sergio Di Martino



La virtualizzazione

- La virtualizzazione è una tecnica per aumentare l'efficacia e l'efficienza di Centri Elaborazione Dati complessi
- Tecnica risalente agli anni '60, ma ritornata in auge una decina di anni fa, grazie all'evoluzione tecnologica delle CPU

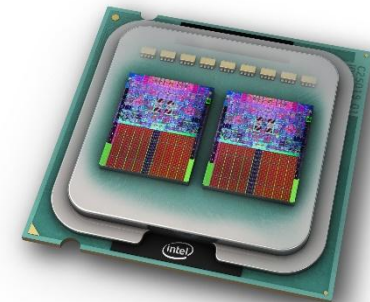
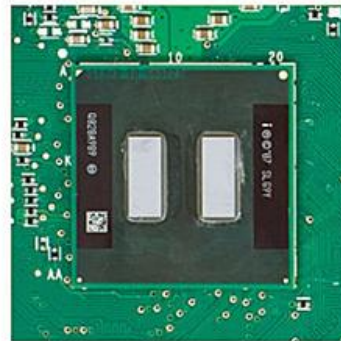
L'evoluzione delle CPU

Evoluzione delle CPU

- I microprocessori hanno da sempre avuto un rapidissimo incremento nelle prestazioni e una diminuzione dei costi.
- La strategia per migliorare le prestazioni è storicamente stata quella di aumentare la "velocità" di un processore.
 - 1978: Intel 8086, 4MHz
 - 1985: Intel 386, 25 MHz (~ 6x)
 - 1995: Intel Pentium Pro, 200 MHz (~ 8x)
 - 2005: Intel Pentium P4 3,8 GHz (3800 MHz) (~ 19x)
- Questa strategia ha subito una battuta d'arresto nel 2005
 - 2025: Intel Core Ultra 9 285K → 2,5-4,6 GHz

Le CPU multicore

- Raggiunti i limiti fisici del silicio, la soluzione è stata aumentare il numero di unità di processo (multi core), allo scopo di aumentare la potenza di calcolo.
 - 2025: AMD Ryzen 9 9955HX 2,5-5,4 GHz → 32 unità di calcolo



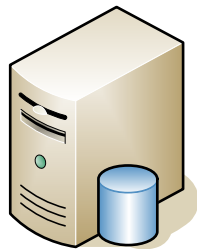
Problemi dei Multi-core

- Tradizionalmente i programmi sono stati scritti per essere eseguiti su un computer con una singola CPU.
- La stragrande maggioranza delle applicazioni sono costituite da programmi sequenziali.
- Come sfruttare più unità in parallelo?

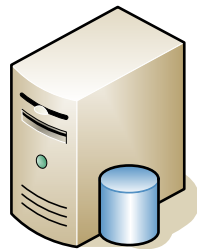
Infrastruttura tradizionale di un CED

Infrastruttura Tradizionale di CED

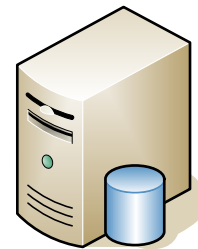
- Singoli server che offrono singoli servizi e/o applicazioni (*one workload, one box*)
- Nuovo Servizio e/o Applicazione → Nuovo Server, con proprio Storage



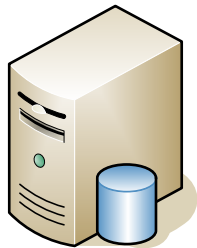
Server Application



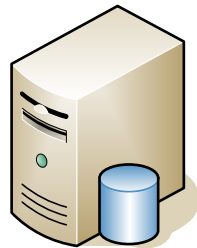
Server di Dominio



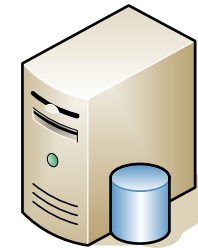
Server Database



Server di Posta



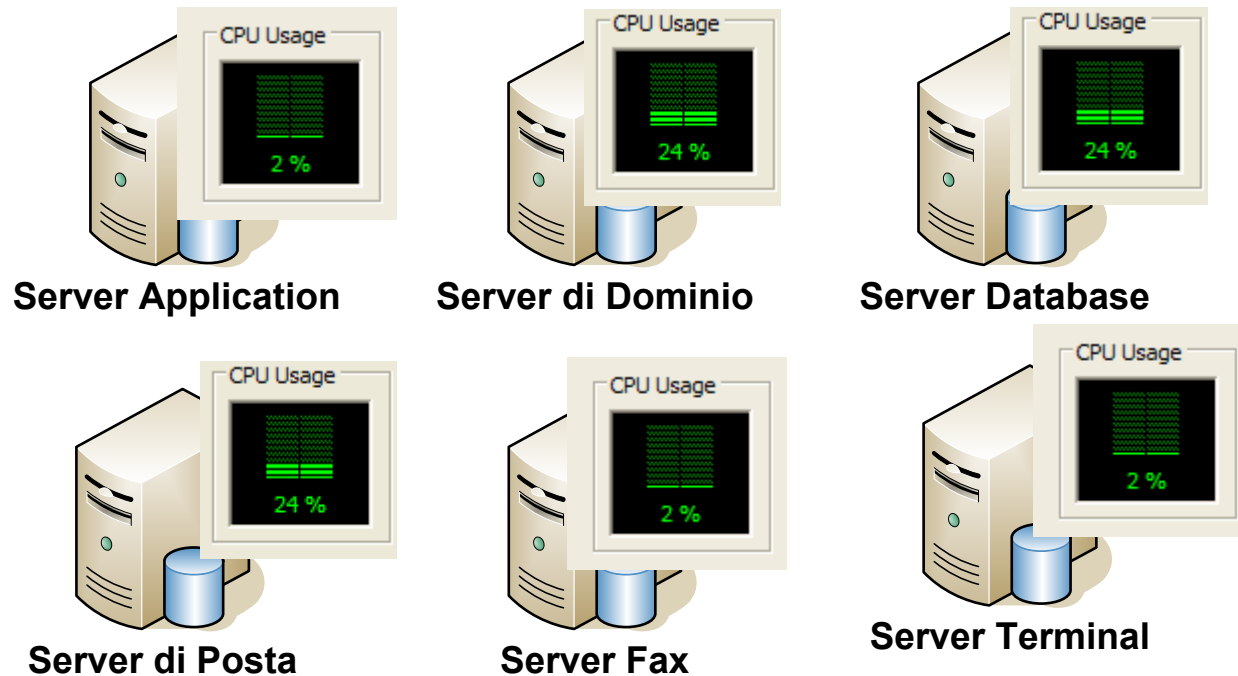
Server Fax



Server Terminal

Infrastruttura Tradizionale di CED

- Tutti i server, consumano (tanta) corrente, emettono calore, occupano spazio, vanno gestiti fisicamente...

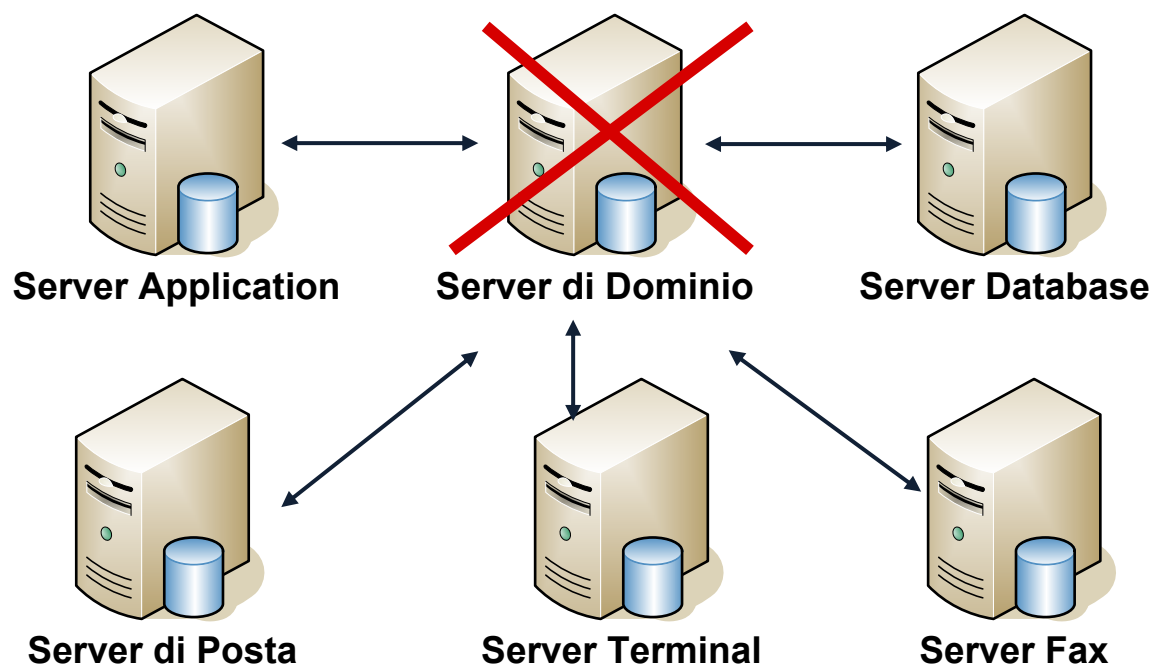


Infrastruttura Tradizionale di CED: Conseguenze

- Sottoutilizzo delle risorse
 - La maggior parte dei server sfrutta in media tra il 5% ed il 15% della propria capacità computazionale.
 - In caso di servizi critici, necessità di ridondanza (computer di riserva normalmente non usati).
- Aumento dei costi di installazione e gestione
 - Rilascio aggiornamenti su scala nazionale molto costosi
 - Back-up da effettuare su ogni macchina
 - ...

Infrastruttura Tradizionale di CED : Conseguenze

- I servizi sono intrinsecamente interconnessi.
 - Es: Il server di dominio, che gestisce le autenticazioni degli utenti, viene interrogato da tutti gli altri servizi/server
 - Cosa succede se si rompe un server?



Fail di un server nello scenario tradizionale

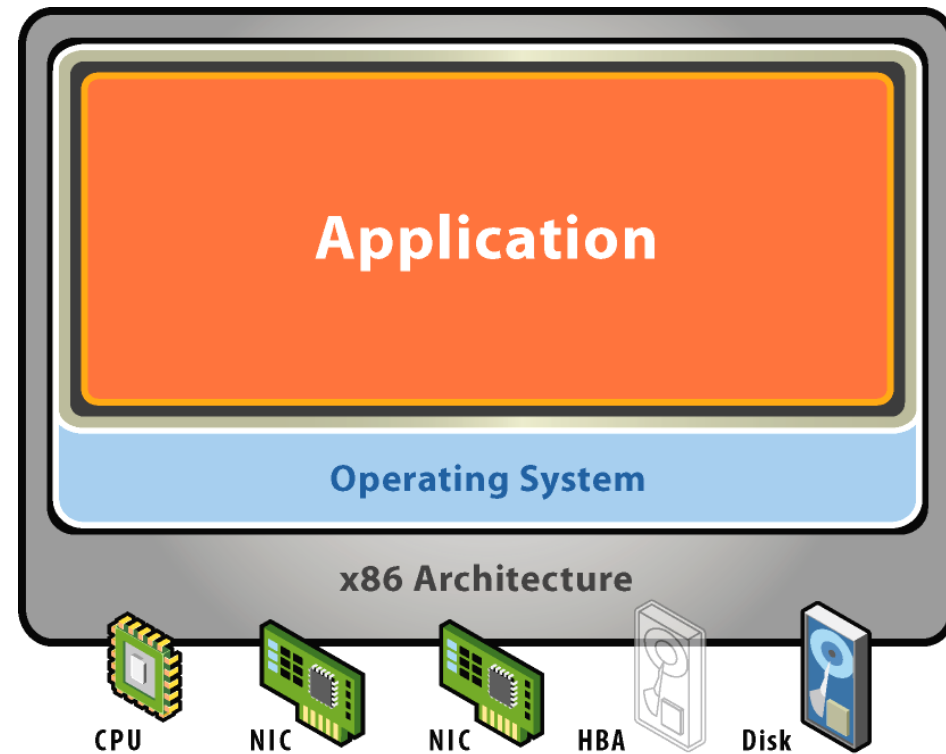
- In caso di FAIL di un server si possono bloccare i servizi di altri Server in comunicazione con esso.
- Ciò comporta:
 - Interruzione dell'operatività collegata a quel servizio
 - Nei casi più gravi interruzione dell'intera operatività aziendale
 - Aumento dei costi (costi di fermo e di ripristino)
 - Tempi di fermo non sempre prevedibili

Le Macchine virtuali

Concetti Generali

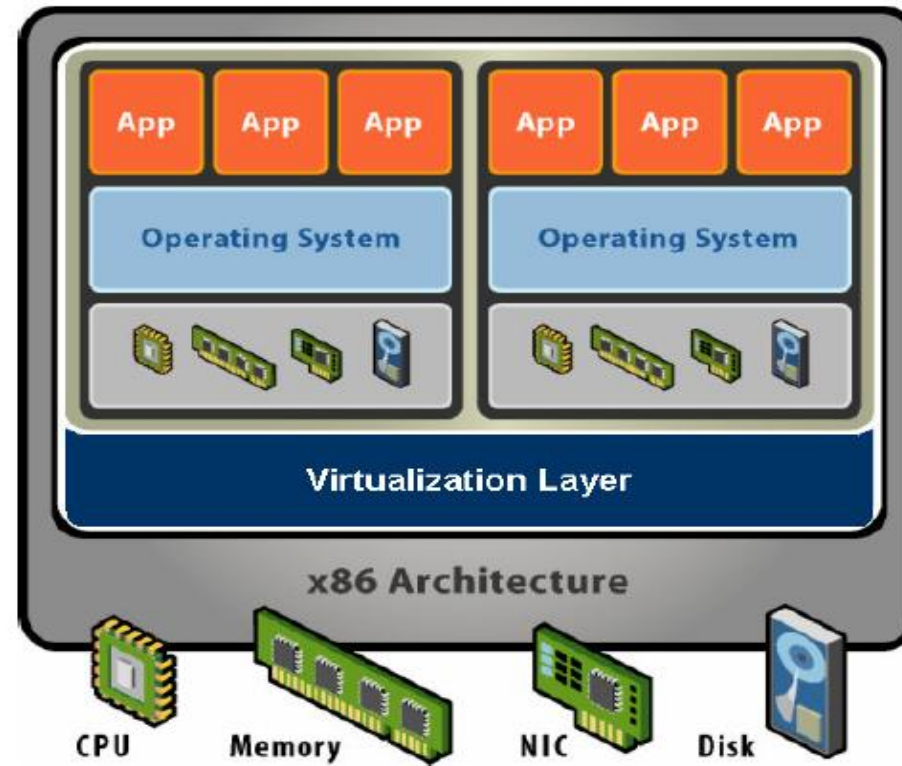
Un Server Fisico

- Un Server fisico consiste di:
 - Una serie di risorse hardware
 - Un sistema operativo
 - Uno o più software applicativi
- **Idea:** se la CPU del Server ha più unità di calcolo parallele, possiamo "simulare" l'esistenza di più computer, indipendenti dal "vero" hw sottostante?



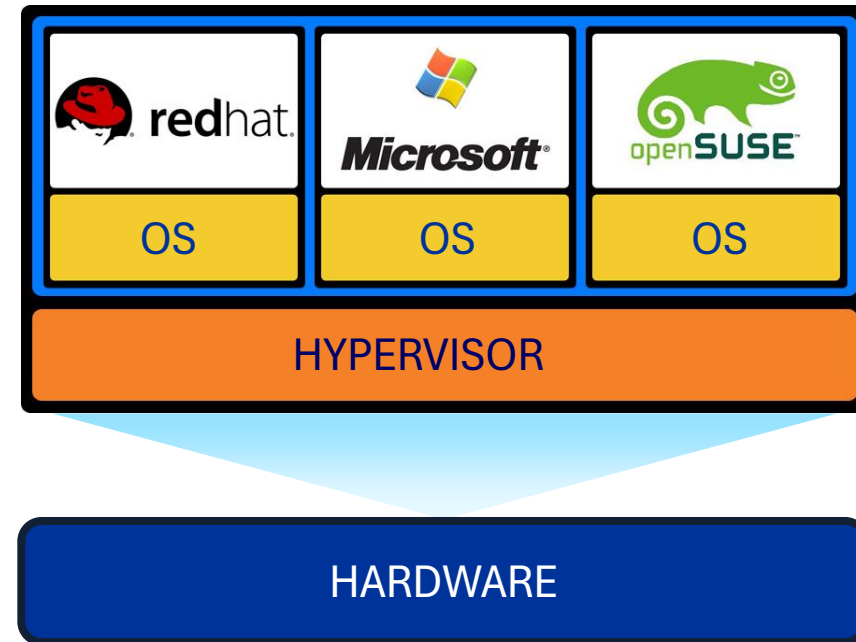
Una Macchina Virtuale

- La virtualizzazione consiste nella creazione di una versione virtuale di una risorsa normalmente fisica e appartenente a un sistema.
 - Migliore sfruttamento delle risorse e delle prestazioni di calcolo



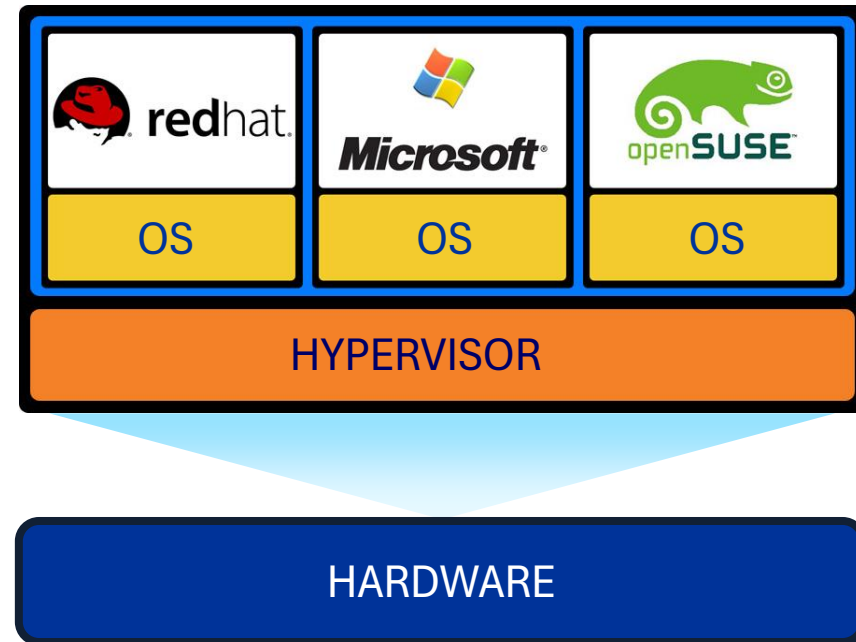
Come si ottiene la Virtualizzazione?

- Si introduce un nuovo strato che parte prima del sistema operativo, chiamato **Hypervisor**.
- L'Hypervisor simula l'esistenza di più computer "virtuali" su uno fisico



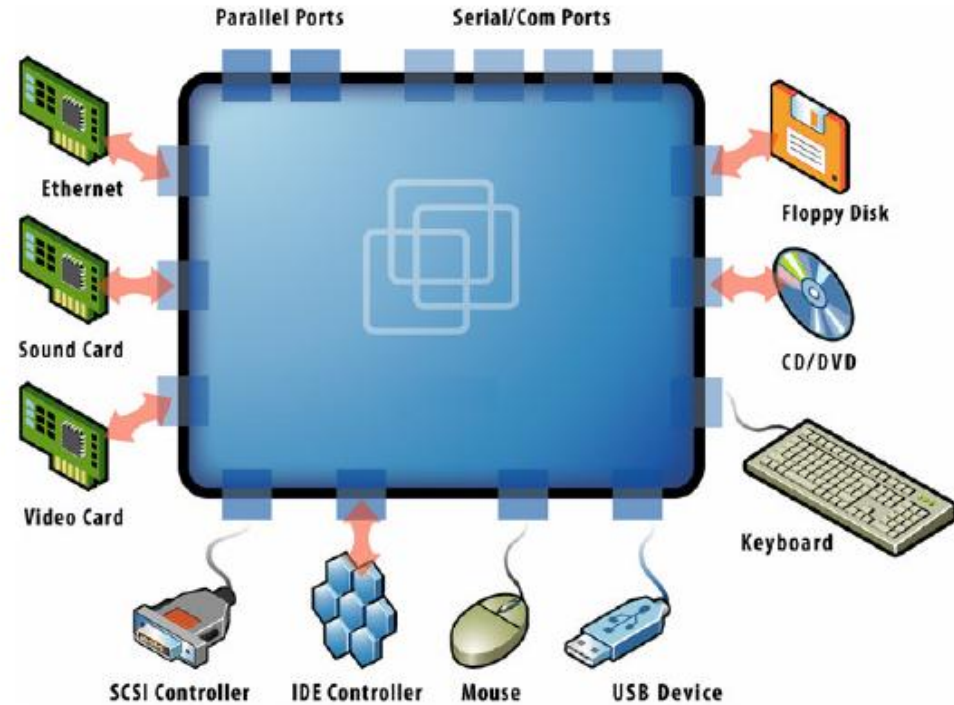
Come si ottiene la Virtualizzazione?

- L'Hypervisor offre le risorse fisiche ai computer virtualizzati, e si occupa di gestirle in modo concorrente a favore delle macchine virtuali.
- In ogni computer virtualizzato, si installa un normalissimo sistema operativo, che non ha modo di sapere se sta funzionando su un computer "reale" o virtuale.



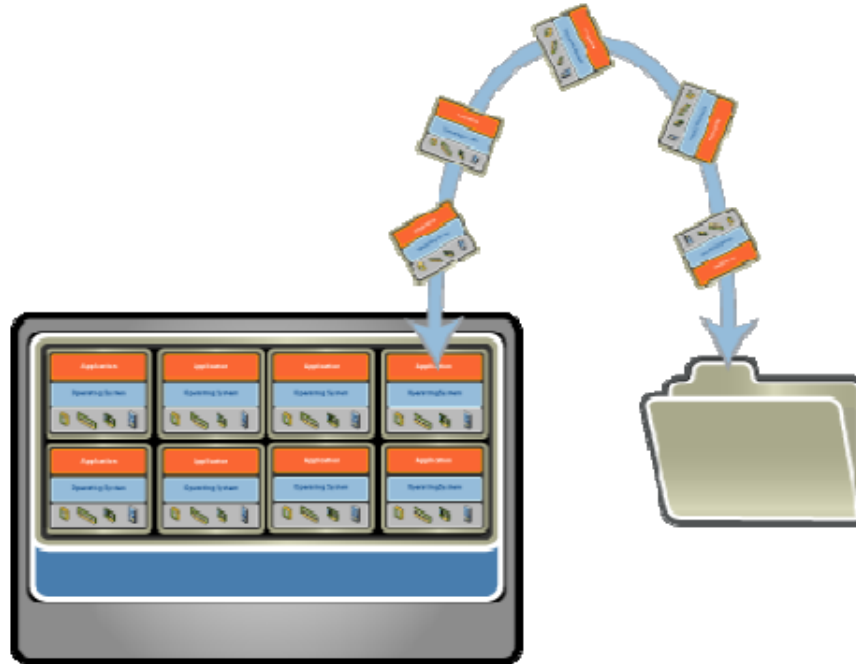
Indipendenza dall'Hardware

- L'Hypervisor simula una configurazione standard di un server, nascondendo il vero hardware fisico
- Conseguenza: Le Virtual Machines possono funzionare su server fisici diversi senza bisogno di essere configurate



Memorizzazione di una VM

- Una virtual machine è **un file**, contenente:
 - Sistema Operativo, Applicativi, Dati
 - Rappresentazione della Memoria del Server
- Un file memorizza lo stato di un server virtuale e ne permette la copia su un numero arbitrario di server fisici
- Esistono strumenti commerciali che trasformano il contenuto di un server fisico in una VM



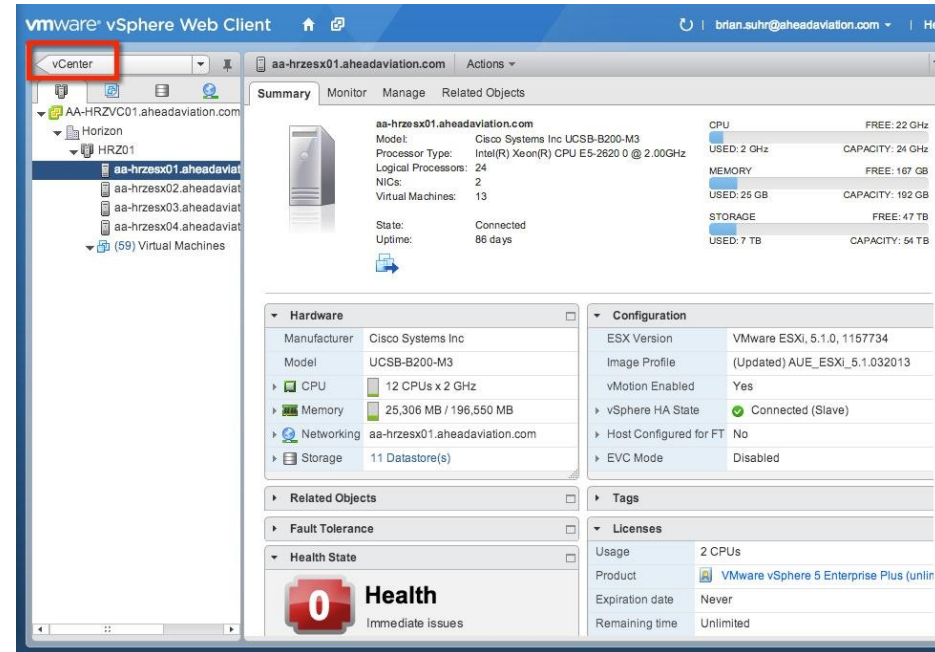
Isolamento di una VM

- Ogni VM è totalmente isolata dalle altre VM in esecuzione sullo stesso server fisico
- In caso di attacco o di crash di una VM, le altre non sono intaccate



Gestione di VM

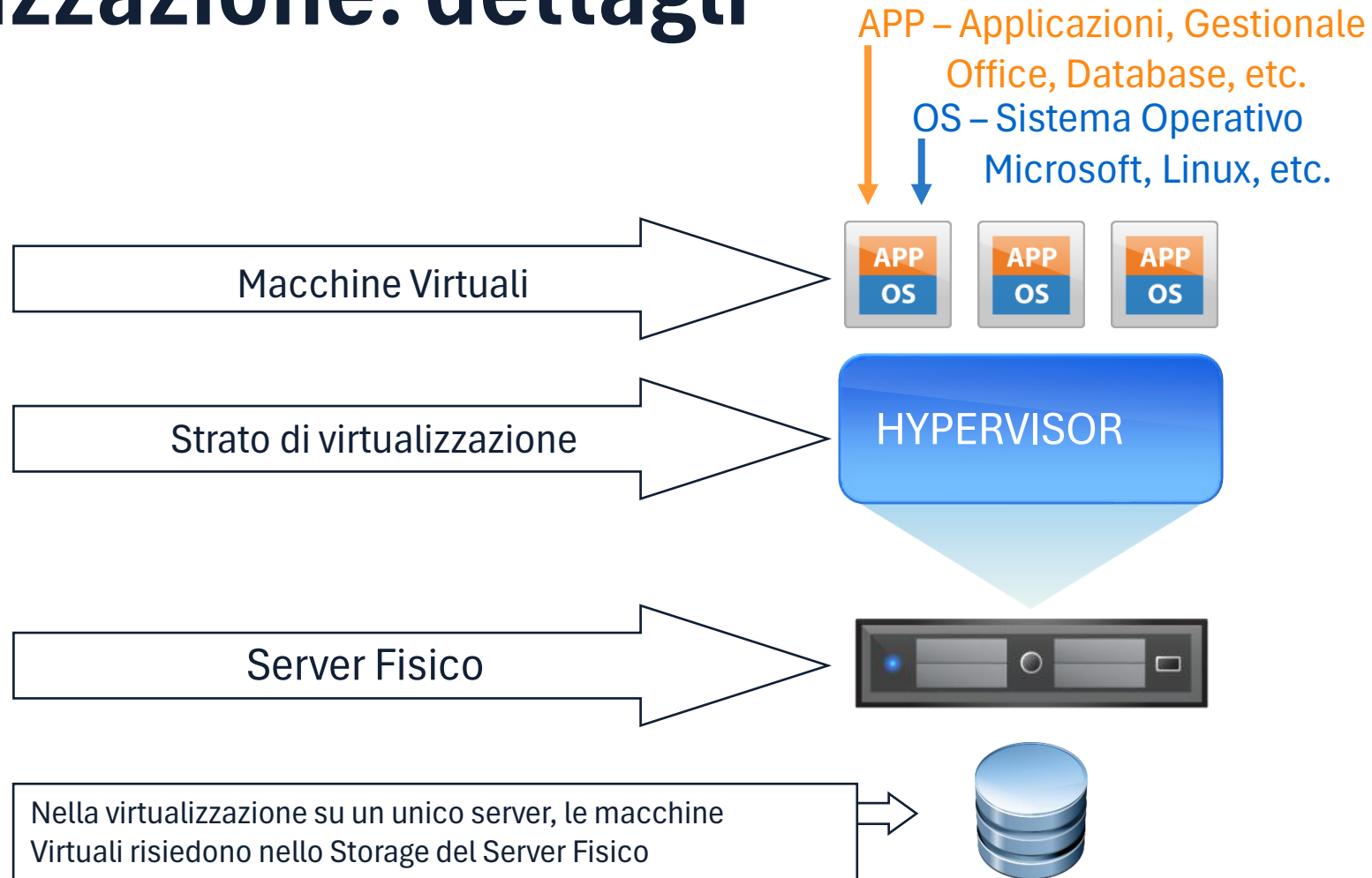
- Tutte le VM di un CED possono essere gestite attraverso un'unica finestra.
- La gestione dell'intero CED risulta centralizzata, con notevole semplificazione della gestione



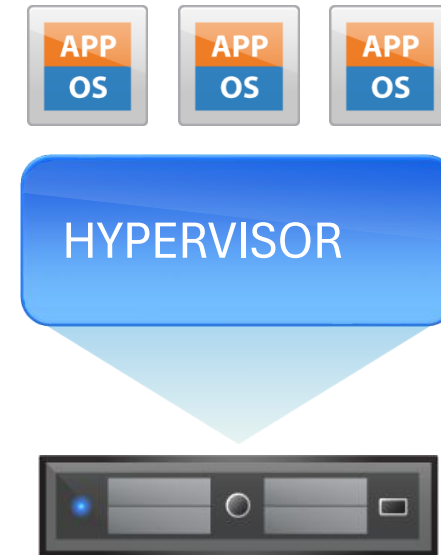
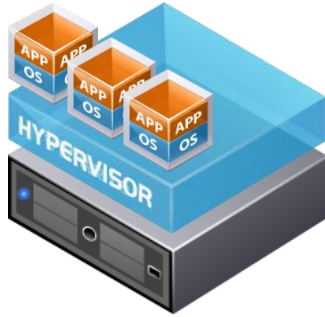
Le Macchine virtuali

Dettagli Operativi

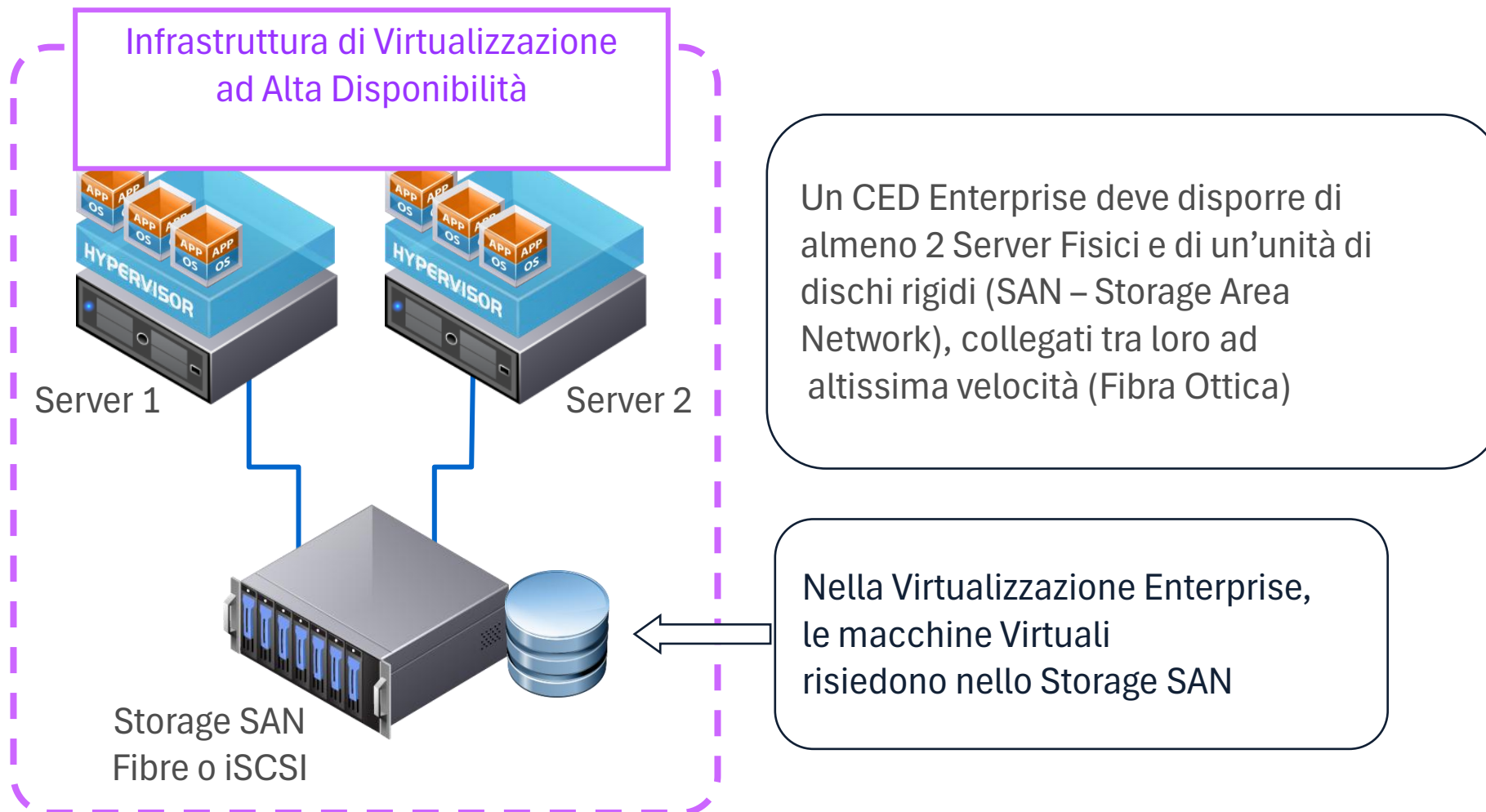
Virtualizzazione: dettagli



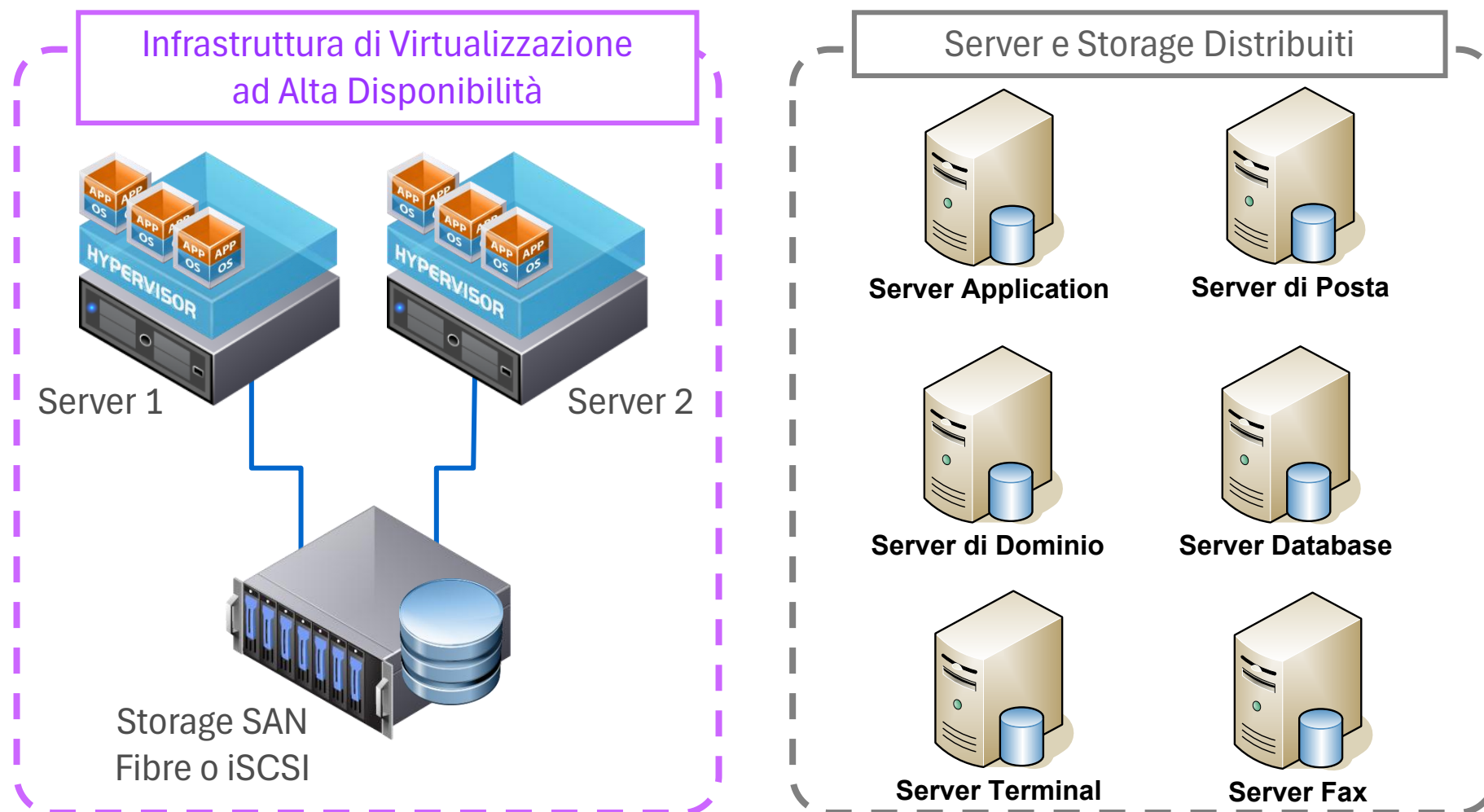
Virtualizzazione Enterprise ad Alta Disponibilità



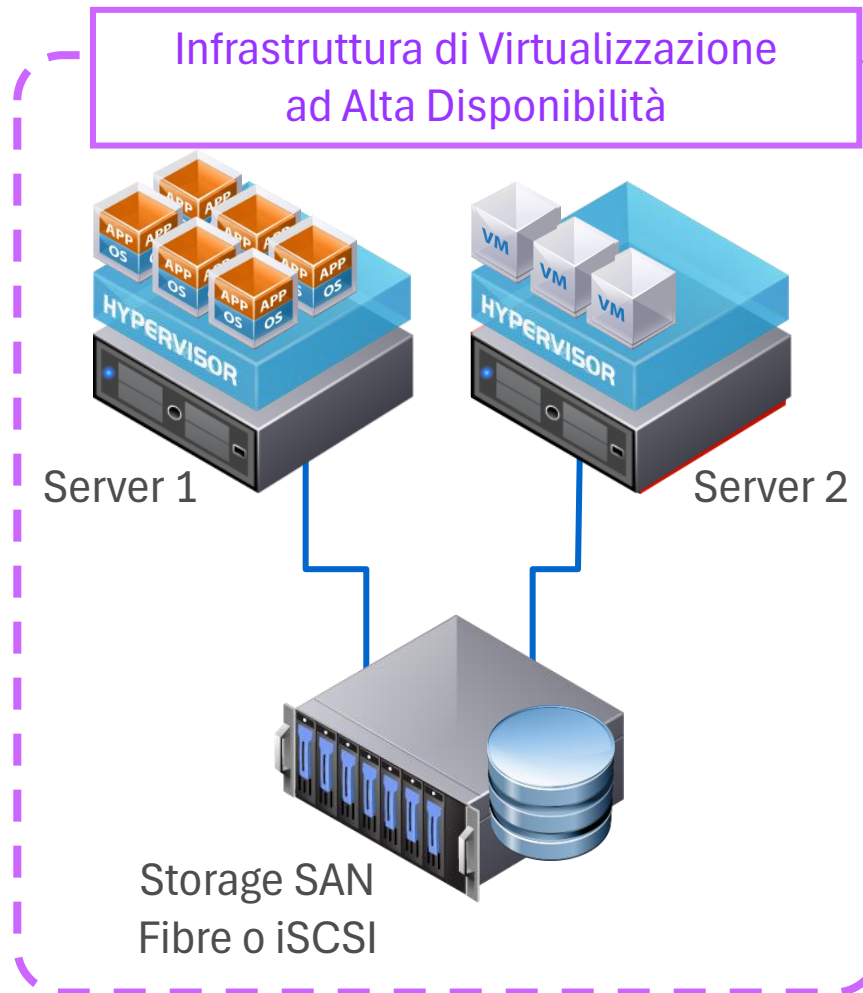
Virtualizzazione Enterprise ad Alta Disponibilità



Migrazione da Fisico a Virtuale



Come Funziona un sistema ad Alta Disponibilità



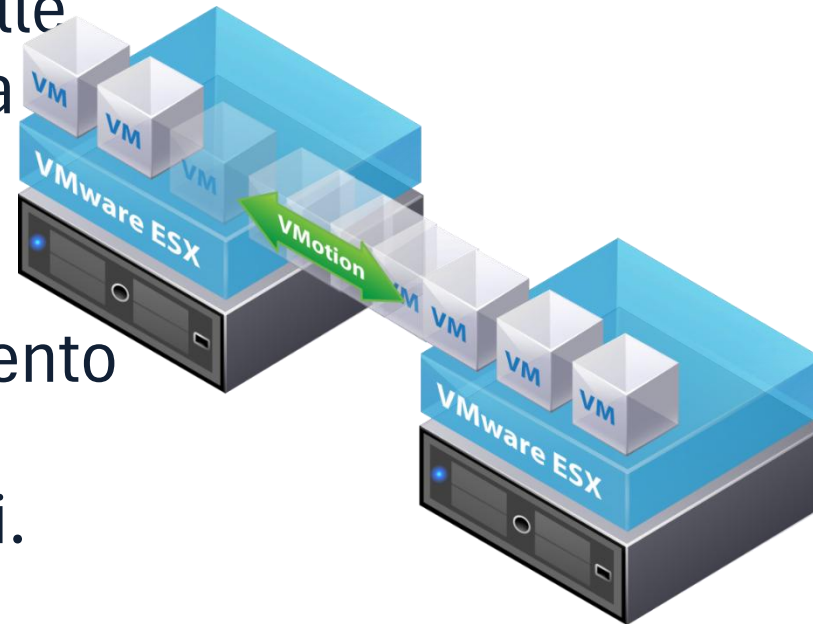
La Virtualizzazione garantisce Business Continuity tramite la funzione HA (High Availability - Alta Disponibilità).

Se un Server ha un guasto, le macchine virtuali presenti saranno istantaneamente migrate su gli altri Server disponibili e fatte ripartire, minimizzando il downtime al tempo di re-start delle macchine virtuali

Recenti tecnologie consentono di avere anche il Fault Tollerant (FT), cioè garantire la continuità di funzionamento delle VM dopo il guasto di un server, azzerando il tempo di fermo. E' al momento quanto di meglio si possa avere per la Business Continuity.

Virtualizzazione: La Migrazione Live delle VM

- La migrazione "a caldo" delle VM fra i vari Server Fisici è una delle tante funzionalità del sistema virtualizzazione.
- Consente operazioni di manutenzione o di bilanciamento del carico mantenendo l'operatività dei server virtuali.

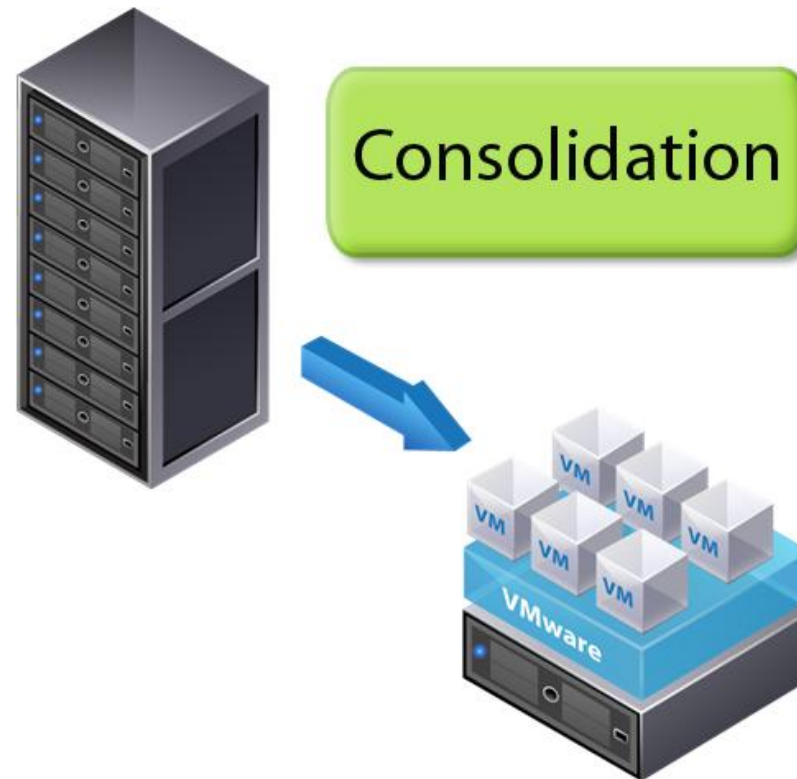


Le Macchine virtuali

Benefici

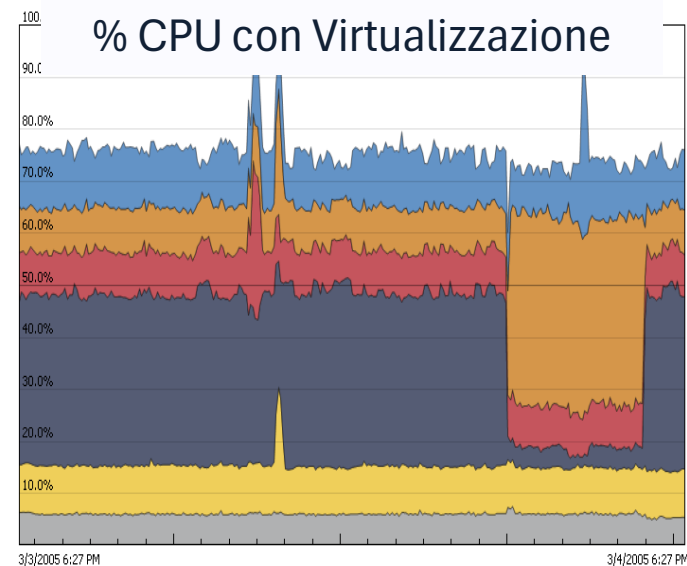
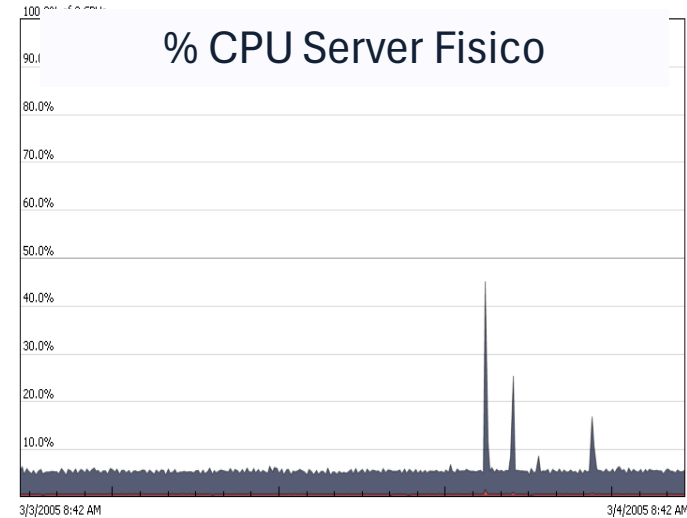
Consolidamento di un CED

- Con l'introduzione della virtualizzazione si parla di "**consolidamento**" di un CED.
- Sfruttando al meglio le risorse di computazione parallela offerte dai nuovi processori, è possibile ridurre significativamente il numero di server necessari per erogare i servizi informatici richiesti da un ente



Benefici introdotti dalla Virtualizzazione: Ottimizzazione

- Ottimizzazione delle risorse HW - La virtualizzazione permette di eseguire distinti sistemi operativi contemporaneamente in una singola macchina
- Ottimizzazione della occupazione dello spazio disco - ad una macchina virtuale viene assegnato lo spazio disco strettamente necessario.
 - Il resto del volume resta disponibile per nuove macchine virtuali



Benefici introdotti dalla Virtualizzazione:

Semplificazione

- Backup e disaster recovery
 - L'intero server (SO, applicazioni, dati, dispositivi e stato) non è altro che un file, più facile creare copie di backup per il disaster recovery
- Indipendenza dall'hardware
- Rilasci semplificati
 - Possibilità di clonare “LIVE” le macchine virtuali per test e aggiornamenti, senza compromettere l'integrità di quella originale.

Benefici introdotti dalla Virtualizzazione:

Costi

- Riduzione dei costi di IT
 - Riduzione del numero dei server necessari, con conseguente risparmio sui costi energetici, di condizionamento e dimensione degli spazi fisici richiesti dal CED.
- Riduzione dei costi di personale IT
 - Gestione centralizzata: Incremento di produttività del reparto IT, dovuto alla gestione centralizzata delle macchine attraverso un'unica interfaccia di amministrazione

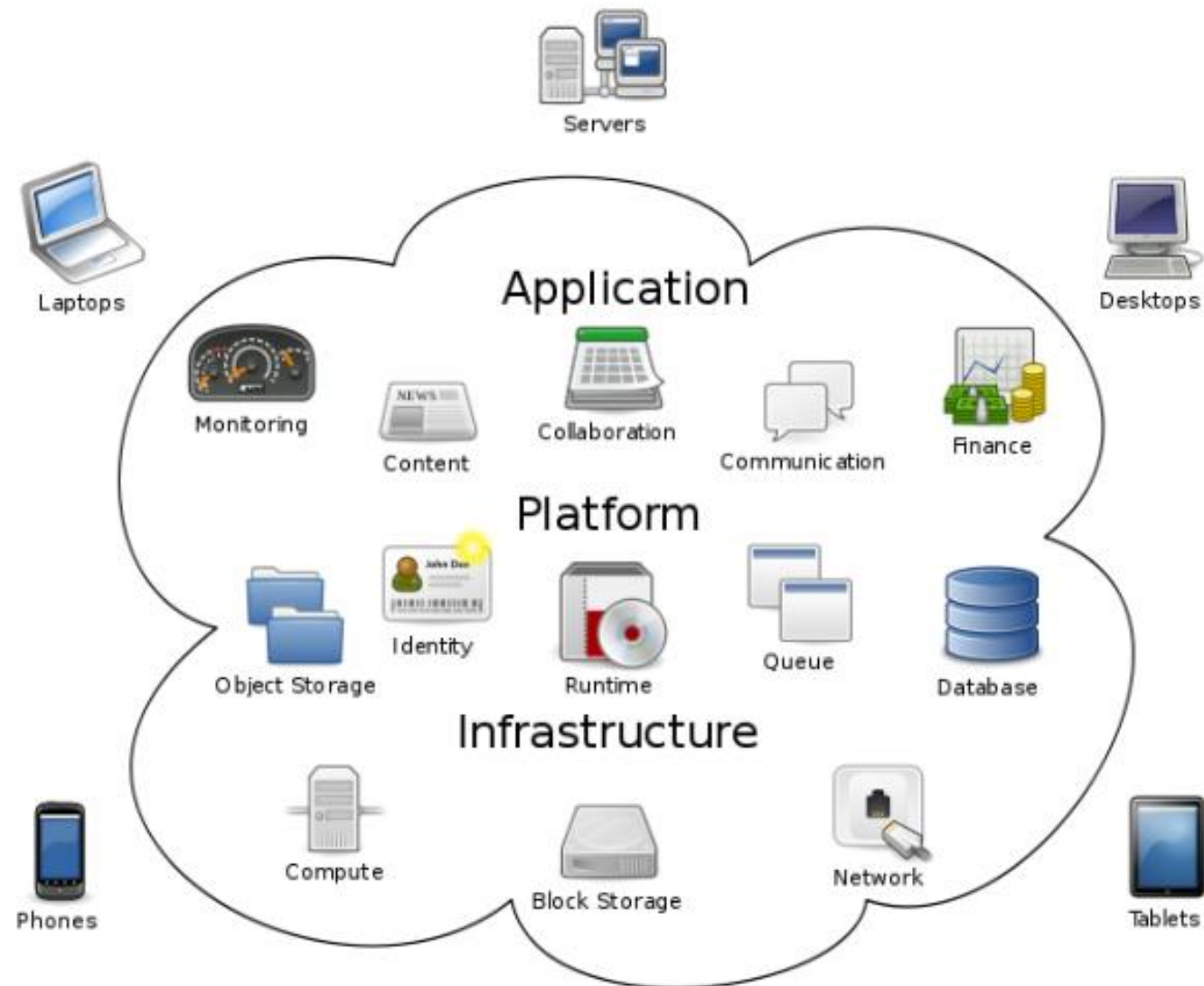
Esempio in un CED della PA di Napoli

- Circa 800 macchine virtuali in esecuzione in parallelo, con bilanciamento del carico.
- Circa 30 server fisici.
- 2 Storage Area Network, con circa 500 TB di spazio.
- Gestione di 800 macchine da 2 console di amministrazione.

Cloud Computing

Cloud Computing

- IT resources provided as a service
 - Compute, storage, databases, queues
- Clouds leverage economies of scale of commodity hardware
 - Cheap storage, high bandwidth networks & multicore processors
 - Geographically distributed data centers
- Offerings from Microsoft, Amazon, Google, ...



Cloud Computing

Cloud Scalability & Elasticity

Scalability & Elasticity

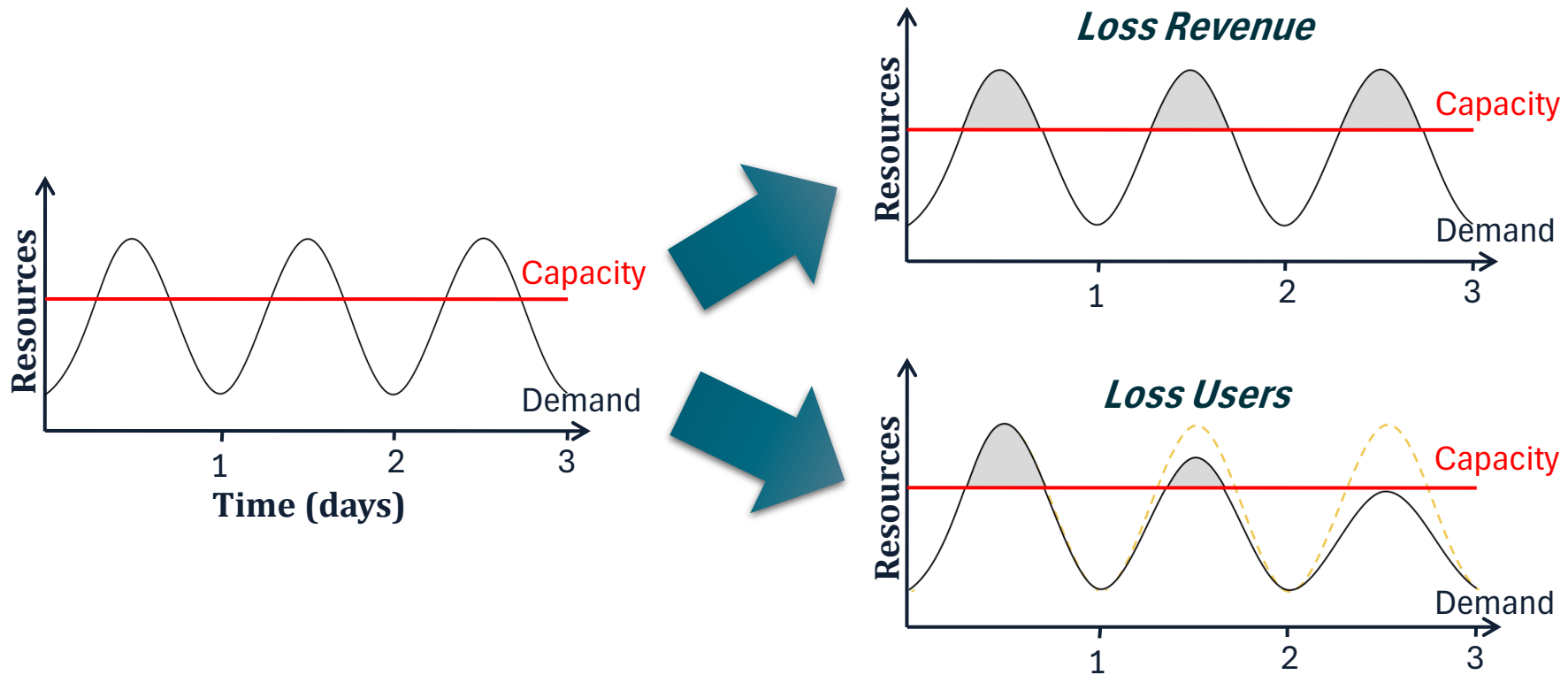
- What is scalability ?
 - A desirable property of a system, a network, or a process, which indicates its ability to either handle growing amounts of work in a graceful manner or to be readily enlarged.
- What is elasticity ?
 - The ability to grow or shrink infrastructure resources dynamically as needed to adapt to workload changes in an autonomic manner, maximizing the use of resources.
- But how to achieve these properties ?
 - Dynamic provisioning
 - Multi-tenant design

Dynamic Provisioning

- Dynamic Provisioning is a simplified way to explain a complex networked server computing environment where server computing instances are provisioned or deployed from a administrative console or client application by the server administrator, network administrator, or any other enabled user.

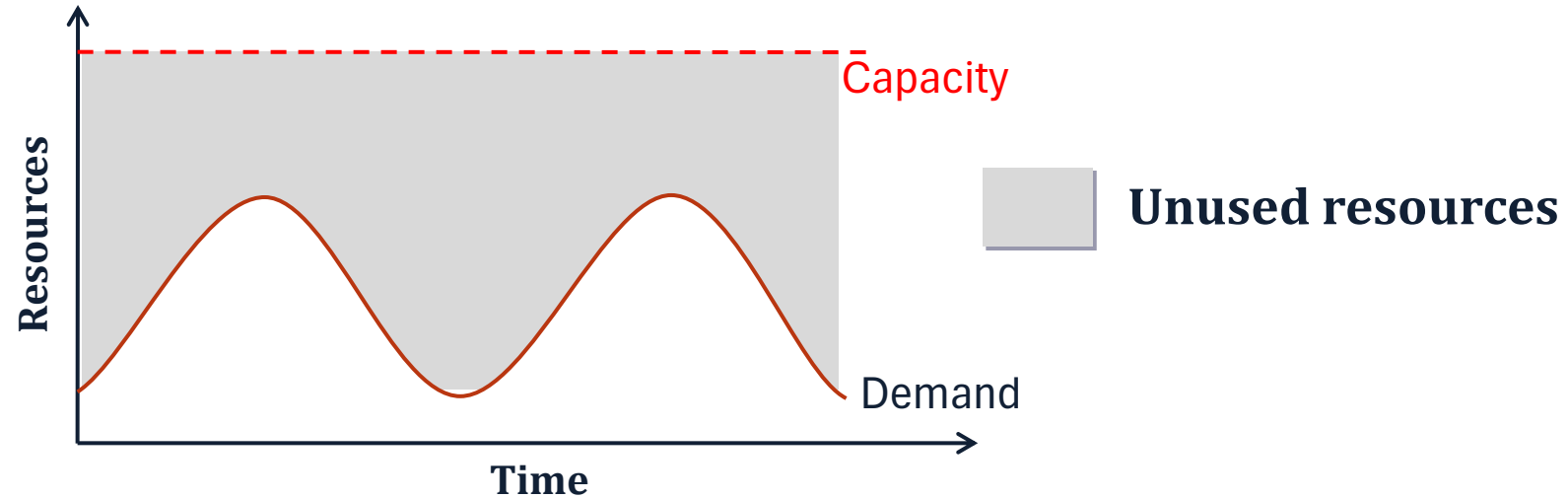
Resource Provisioning

- In traditional computing model, two common problems :
 - Underestimate system utilization which result in under provision



Dynamic Provisioning

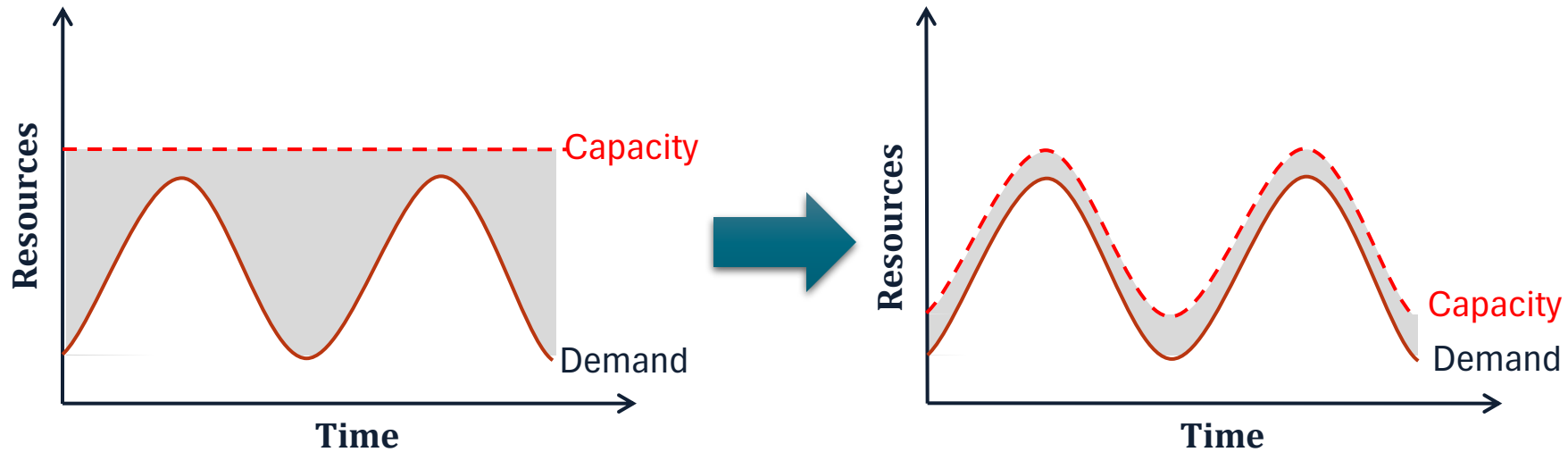
- Overestimate system utilization which result in low utilization



- How to solve this problem ??
 - Dynamically provision resources

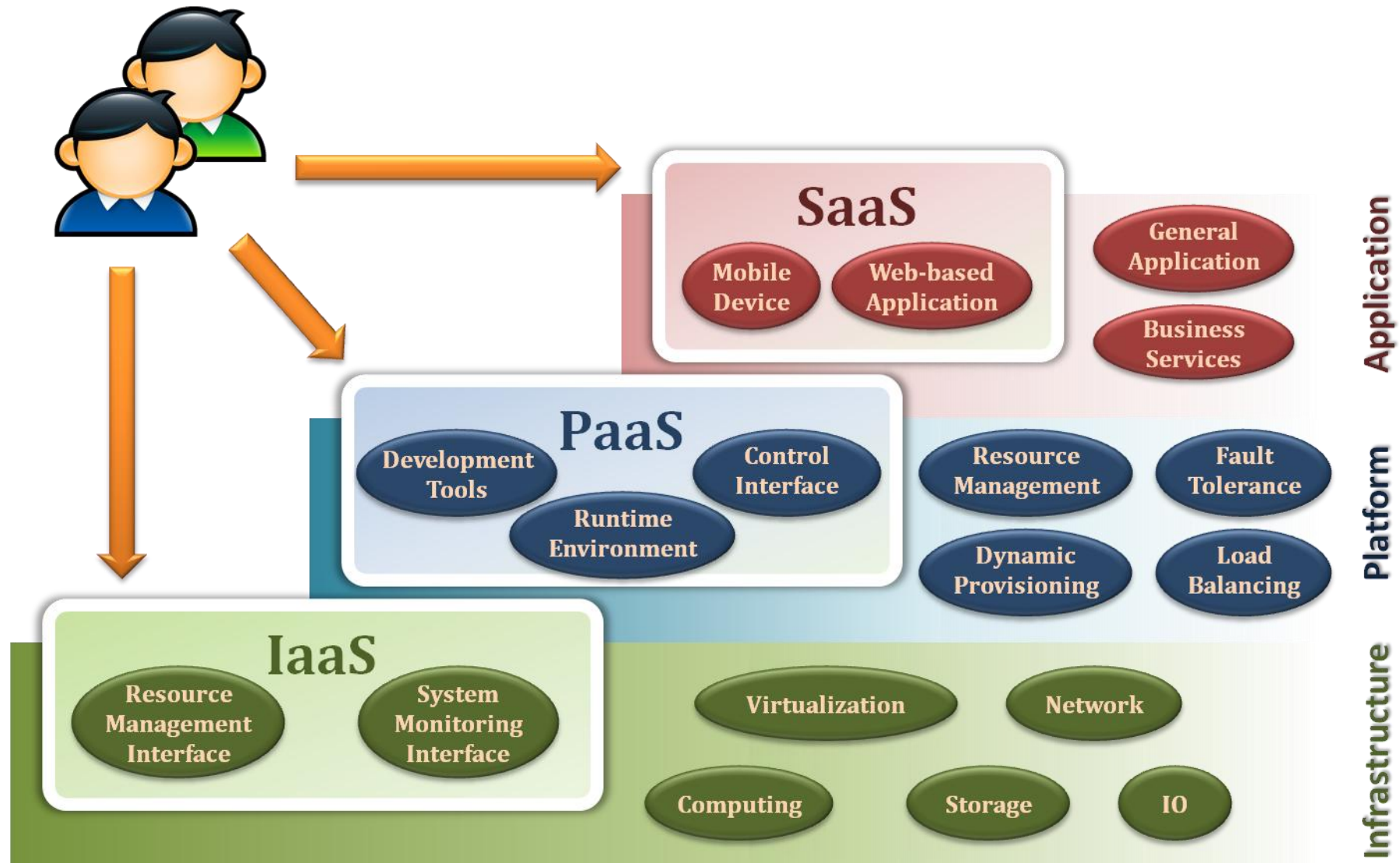
Dynamic Provisioning

- Cloud resources should be provisioned dynamically
 - Meet seasonal demand variations
 - Meet demand variations between different industries
 - Meet burst demand for some extraordinary events



Service Models

Service Model Overview

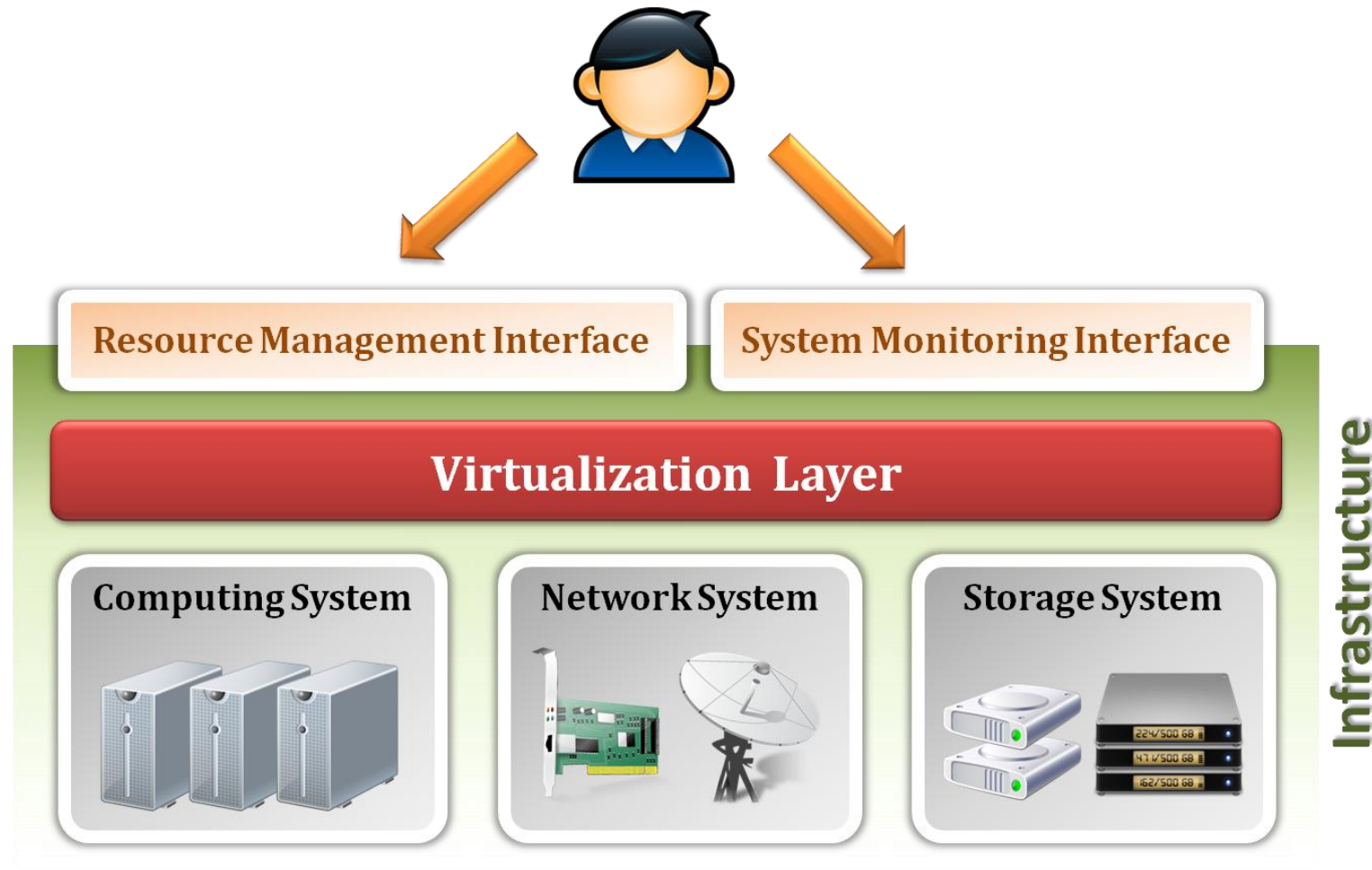


Infrastructure as a Service - IaaS

- The provider offers processing, storage, networks, and other fundamental computing resources where the consumer is able to deploy and run arbitrary software, which can include operating systems and applications.
 - The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure but has control over operating systems, storage, deployed applications, and possibly limited control of select networking components .
- Examples :
 - Amazon EC2
 - Azure Compute
 - OpenNebula
 - ... etc

Infrastructure as a Service

- System architecture :

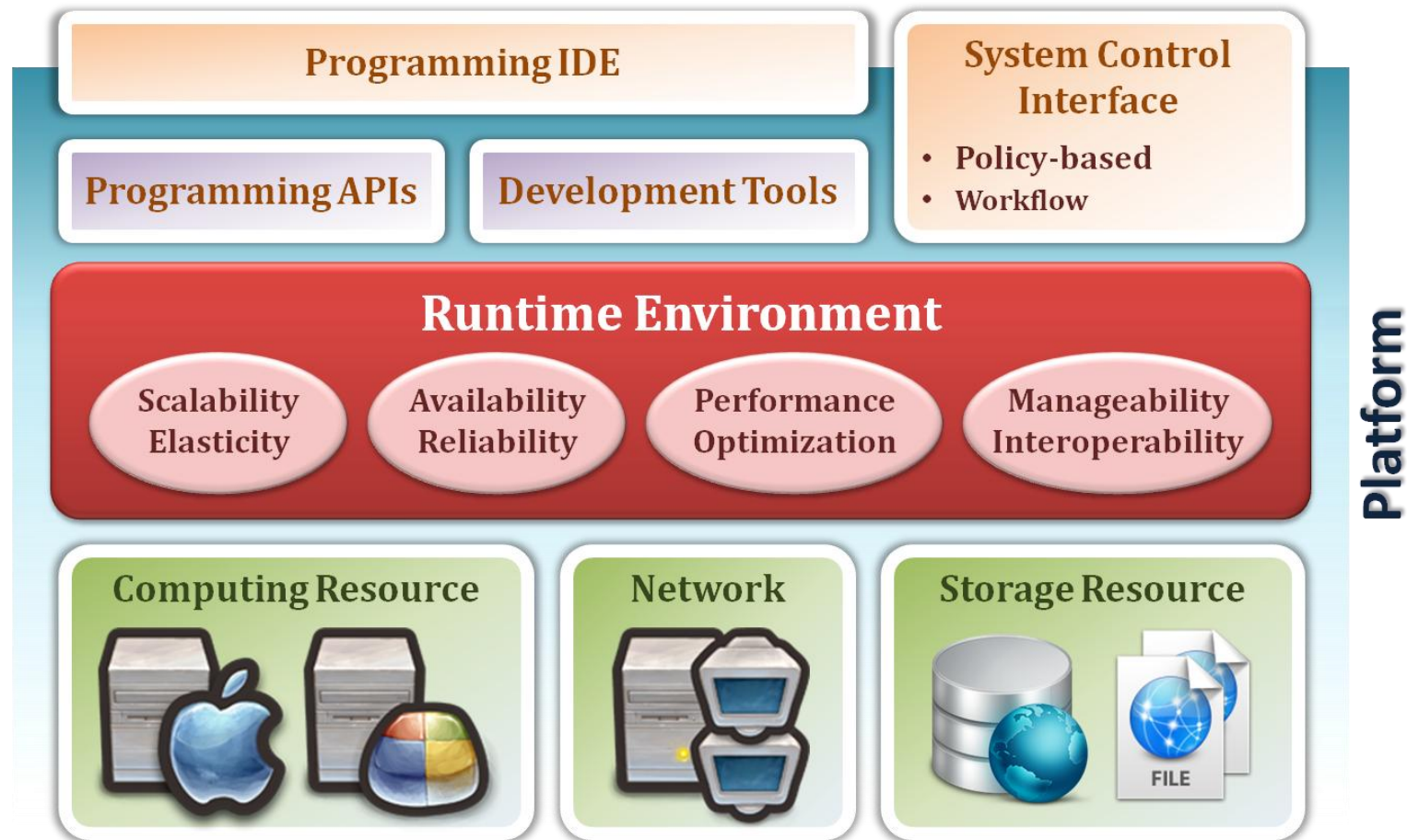


Platform as a Service - PaaS

- The capability provided to the consumer is to deploy onto the cloud infrastructure consumer-created or acquired applications created **using libraries and tools supported by the provider.**
 - The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, or storage, but has control over the deployed applications and possibly application hosting environment configurations.
- Examples :
 - Microsoft Azure SQL Database
 - Amazon AWS Lambda
 - Hadoop
 - ... etc

Platform as a Service

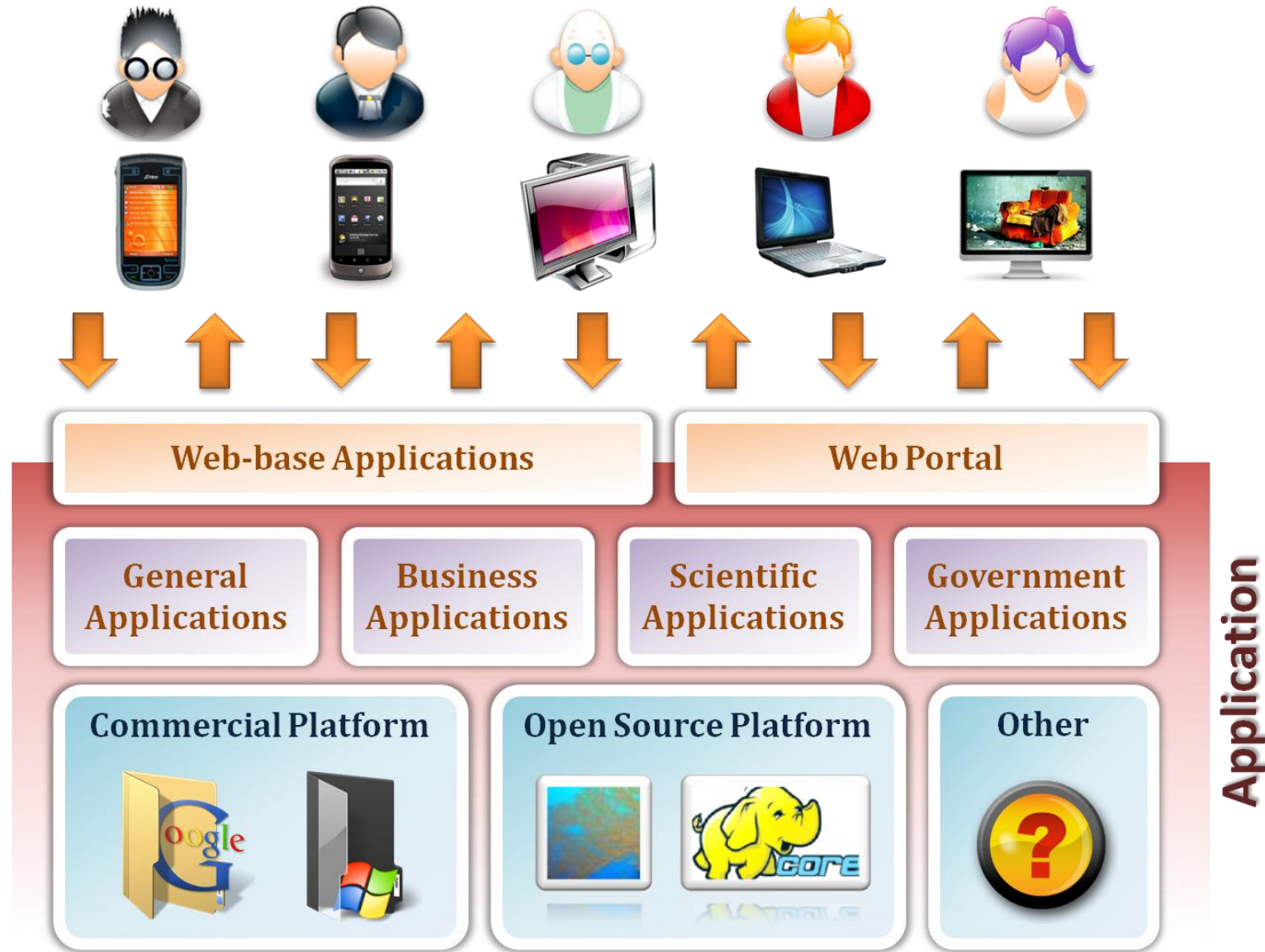
- System architecture :



Software as a Service - SaaS

- The capability provided to the consumer is to use the provider's **applications** running on a cloud infrastructure. The applications are accessible from various client devices through a thin client interface such as a web browser (e.g., web-based email).
 - The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, storage, or even individual application capabilities, with the possible exception of limited user-specific application configuration settings.
- Examples :
 - Google Apps (e.g., Gmail, Google Docs, Google sites, ...etc)
 - Amazon Aws QuickSight
 - ... etc

Software as a Service



Deployment models

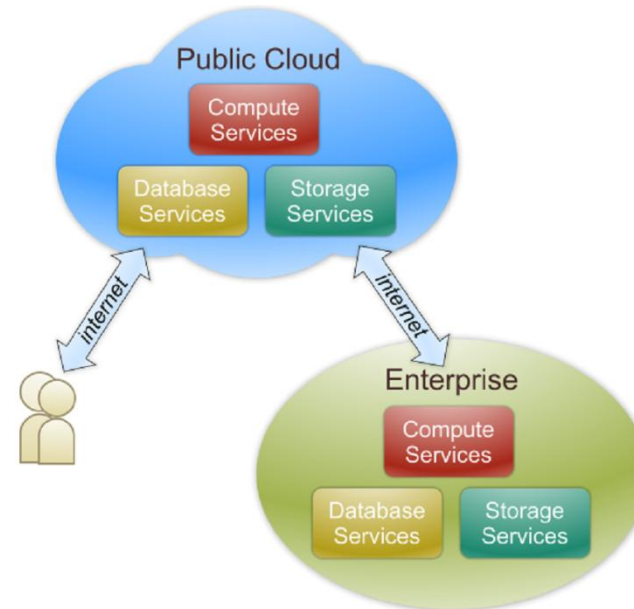
How to deploy a cloud system ?

Deployment Model

- There are four primary cloud deployment models :
 - Public Cloud
 - Private Cloud
 - Hybrid Cloud
- Each can exhibit the previously discussed characteristics; their differences lie primarily in the scope and access of published cloud services, as they are made available to service consumers.

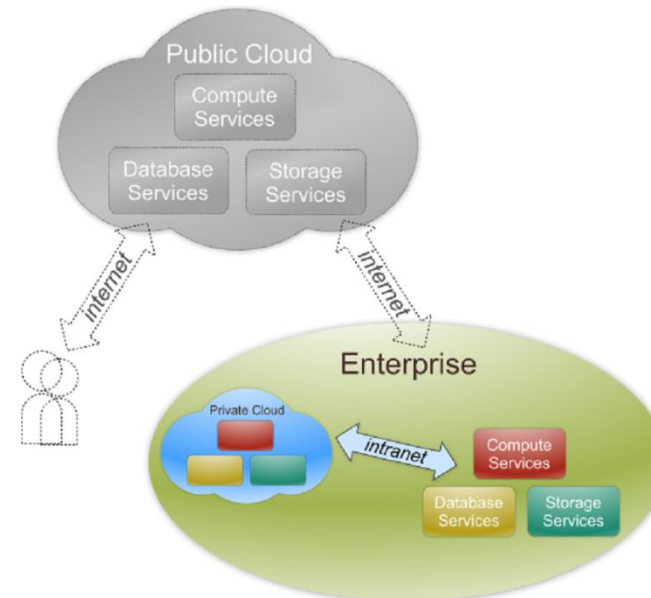
Public Cloud

- The cloud infrastructure is made available to the general public or a large industry group and is owned by an organization selling cloud services.
 - Also known as external cloud or multi-tenant cloud, this model essentially represents a cloud environment that is openly accessible.
 - Basic characteristics :
 - Homogeneous infrastructure
 - Common policies
 - Shared resources and multi-tenant
 - Leased or rented infrastructure
 - Economies of scale



Private Cloud

- The cloud infrastructure is operated solely for an organization. It may be managed by the organization or a third party and may exist on premise or off premise.
 - Also referred to as internal cloud or on-premise cloud, a private cloud intentionally limits access to its resources to service consumers that belong to the same organization that owns the cloud.
- Basic characteristics :
 - Heterogeneous infrastructure
 - Customized and tailored policies
 - Dedicated resources
 - In-house infrastructure
 - End-to-end control



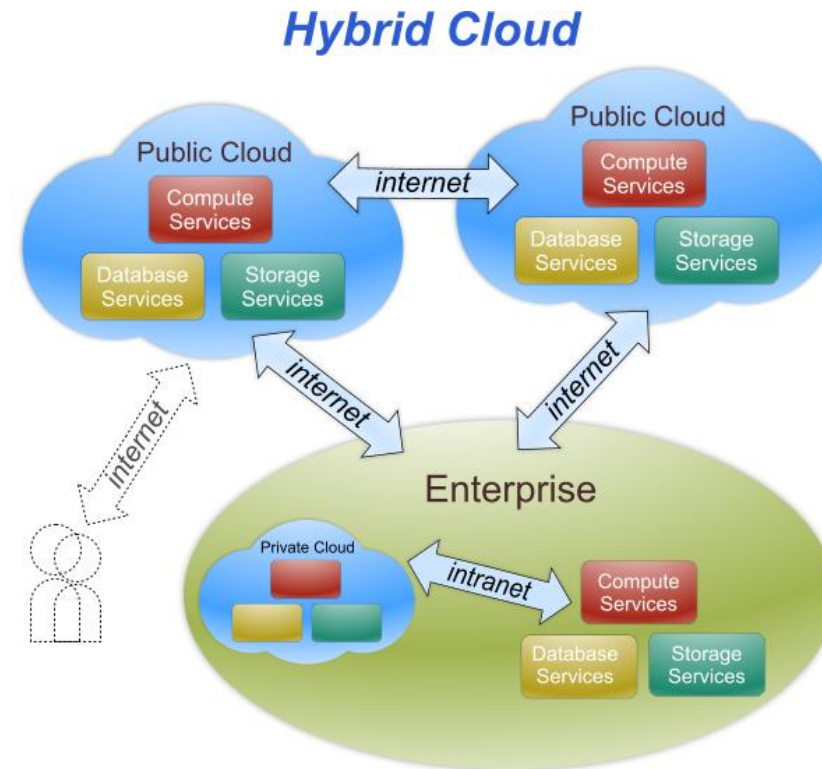
Public vs. Private

- Comparison :

	Public Cloud	Private Cloud
<i>Infrastructure</i>	<i>Homogeneous</i>	<i>Heterogeneous</i>
<i>Policy Model</i>	<i>Common defined</i>	<i>Customized & Tailored</i>
<i>Resource Model</i>	<i>Shared & Multi-tenant</i>	<i>Dedicated</i>
<i>Cost Model</i>	<i>Operational expenditure</i>	<i>Capital expenditure</i>
<i>Economy Model</i>	<i>Large economy of scale</i>	<i>End-to-end control</i>

Hybrid Cloud

- The cloud infrastructure is a composition of two or more clouds (private, community, or public) that remain unique entities but are bound together by standardized or proprietary technology that enables data and application portability (e.g., cloud bursting for load-balancing between clouds).



Cloud Ecosystem

