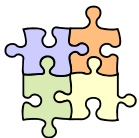


## Cloud Computing

**Dispensa ASW 470**  
ottobre 2014

*C'era un tempo in cui ogni casa, città, fattoria  
o villaggio aveva il suo pozzo dell'acqua.  
Oggi, i servizi pubblici danno accesso all'acqua  
potabile semplicemente girando il rubinetto.  
Il cloud computing funziona in modo simile.*

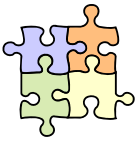
Vivek Kundra



### - Fonti

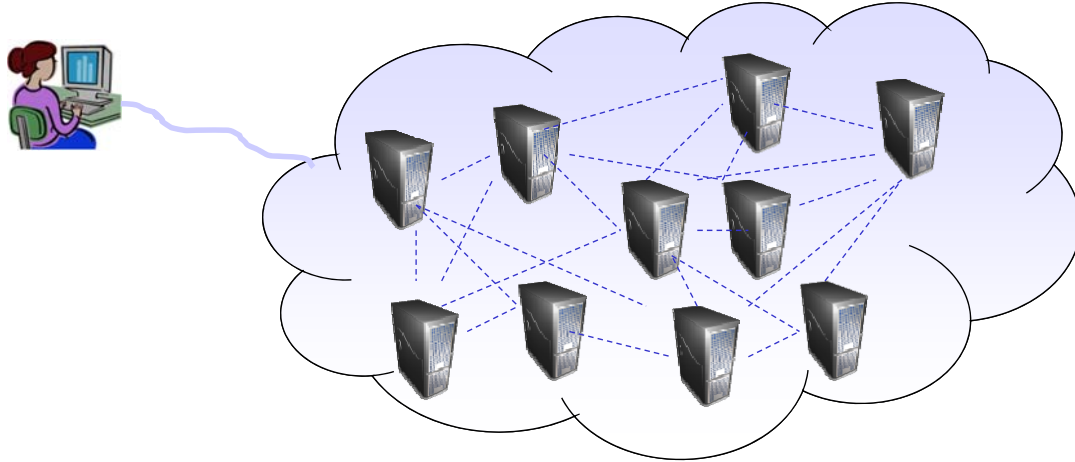
- [AboveTheClouds] Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. Technical Report EECS-2009-28, EECS Department, University of California, Berkeley, 2009
  - <http://berkeleyclouds.blogspot.com/>
- [NIST] The NIST Definition of Cloud Computing, 2011
  - <http://www.nist.gov/itl/cloud/index.cfm>
- [SAP] Chapter 26, Architecture in the Cloud
- [Rhoton] J. Rhoton, Cloud Computing Explained, 2009
- [Rhoton, Haukioja] J. Rhoton, R. Haukioja, Cloud Computing Architected, 2011
- Siti web di diversi fornitori di servizi sul cloud



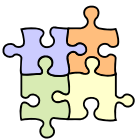


## \* Introduzione al cloud computing

- Il cloud computing nasce da una vecchia idea: il computing come una utility (servizio pubblico) – come l'energia elettrica o il gas



- risorse che possono essere usate – ma senza doverle gestire
- disponibilità illimitata di risorse
- pagamento a consumo – si paga solo quanto viene utilizzato
- assenza di costi iniziali



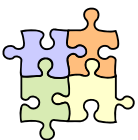
## Una definizione di cloud computing

- Il **cloud computing** è [NIST]
  - un modello di elaborazione
  - che abilita un accesso in rete, su richiesta, ubiquo e conveniente
  - a un pool di risorse di calcolo (CPU, storage, reti, sistemi operativi, servizi e/o applicazioni) condivise e configurabili
  - che possono essere acquisite e rilasciate rapidamente e in modo dinamico
  - con uno sforzo di gestione minimo, o comunque con un'interazione minima con il fornitore del servizio



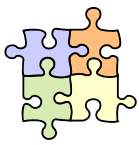
## Modelli di servizio

- Il cloud computing prevede tre *modelli di servizio* principali
  - *Software as a Service – SaaS*
    - il cloud fornisce servizi (applicazioni) – che vengono utilizzati direttamente dall'utente finale
  - *Platform as a Service – PaaS*
    - il cloud fornisce servizi che sono piattaforme runtime, che supportano l'esecuzione di programmi – ad es., una piattaforma per l'esecuzione di applicazioni web
    - l'utente è uno sviluppatore di applicazioni per quella piattaforma
  - *Infrastructure as a Service – IaaS*
    - il cloud fornisce servizi infrastrutturali – come server (CPU e sistemi operativi), storage e connettività
    - l'utente è uno sviluppatore o un amministratore di sistema per un'infrastruttura che va configurata



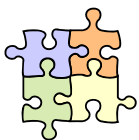
## Modelli di servizio

- Alcuni esempi
  - Software as a Service – SaaS
    - Google Apps (Gmail, Google Docs, ...)
    - Microsoft Office Live
    - le applicazioni di Salesforce.com (es., CRM)
  - Platform as a Service – PaaS
    - Google App Engine
    - Microsoft Windows Azure
    - Amazon Elastic Beanstalk
  - Infrastructure as a Service – IaaS
    - molti prodotti/servizi di Amazon Web Services (Amazon AWS) – tra cui Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) e Amazon Simple Storage Service (S3)



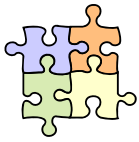
## \* Alcuni esempi

- Vengono ora presentati alcuni esempi di servizi di cloud computing – ma il panorama dei servizi sul cloud è molto più ampio



## - Google Apps

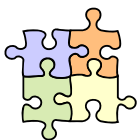
- **Google Apps**
  - “una suite di strumenti (applicazioni) basati sul web, affidabili e sicuri” (SaaS)
  - Google Apps comprende (tra l’altro)
    - ✉ Gmail – un’email personalizzata
    - 📁 Drive – archiviazione e condivisione di file
    - 💬 Hangouts – comunicazione e videoconferenze
    - 📅 Calendar – organizza i tuoi appuntamenti, e condividi eventi con amici e/o colleghi
    - 📄 Docs – condividi documenti, presentazioni e fogli di lavoro
    - 🌐 Sites – crea siti web e wiki di gruppo
    - 👤 Google+ – social network aziendale
  - anche nelle versioni “per aziende”, “per scuole” e “per le pubbliche amministrazioni e gli enti locali”
    - a pagamento, ma con diversi livelli di qualità del servizio



## - Google App Engine



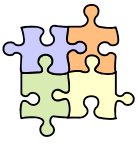
- **Google App Engine (GAE)**
  - “la piattaforma Google App Engine consente di costruire applicazioni web dinamiche (PaaS) – che saranno eseguite sugli stessi sistemi che alimentano le Google Apps”
  - caratteristiche
    - scalabilità e bilanciamento del carico automatici
    - autenticazione e sicurezza (sandboxing)
    - amministrazione semplificata – ad es., aggiornamenti del software automatici e backup
  - sviluppo con Java e Python – nonché PHP e Go
    - ambiente di sviluppo locale – simula Google App Engine
    - plugin per Eclipse
    - alcune limitazioni rispetto ai linguaggi e alle API originali
  - inizialmente gratuito



## - Amazon AWS



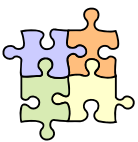
- **Amazon Web Services (AWS)**
  - “la piattaforma AWS di cloud computing fornisce la flessibilità per costruire qualunque applicazione, realizzata in qualunque modo, indipendentemente dal business o dai casi d’uso di interesse”
  - “per salvare tempo e denaro – e lasciare che AWS gestisca l’infrastruttura di calcolo – senza compromettere scalabilità o sicurezza”
  - AWS offre, tra l’altro, i seguenti prodotti o servizi
    - risorse di calcolo – Amazon EC2
    - storage e backup – Amazon S3, Amazon EBS
    - datastore – Amazon SimpleDB, DynamoDB e RDS
    - piattaforma per applicazioni web scalabili (PaaS) – Amazon Elastic Beanstalk
    - messaging – Amazon SQS e SNS
    - hosting di applicazioni (SaaS)
    - ...



## Amazon EC2

### ▣ *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)*

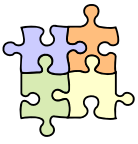
- fornisce capacità di calcolo ridimensionabili nel cloud (IaaS)
- consente di configurare e ottenere rapidamente dei nodi di calcolo virtuali – chiamati Amazon Machine Instance (AMI)
  - ci sono diversi tipi di AMI predefinite
    - da istanze micro a large (2 vCPU a 64 bit, di tipo Intel Xeon, 7.5GB RAM, 32GB HD-SDD) – ma anche xlarge, fino a 8xlarge (32 vCPU, 60GB RAM, 640GB HD-SDD)
  - è possibile installare su una AMI una varietà di sistemi operativi (ad es., Linux o Windows) e di software (ad es., IBM DB2 oppure Oracle Database)
- sulle AMI acquisite è possibile installare le proprie applicazioni
- è possibile acquisire più AMI – e collegarle in rete
- si paga per l'uso, senza spese iniziali



## Amazon S3

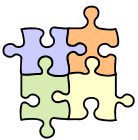
### ▣ *Amazon Simple Storage Service (S3)*

- fornisce storage per Internet
- basato su una semplice interfaccia web (REST e SOAP) per memorizzare e ritrovare i propri dati – in qualunque momento – da qualunque punto di Internet
- i dati su S3 sono “oggetti” persistenti – da 1 byte a 5 GB
  - creazione, lettura, aggiornamento e cancellazione di oggetti
  - possibilità di memorizzare un numero qualunque di oggetti
  - ogni oggetto ha una chiave univoca
  - per S3, questi oggetti sono “opachi” (non strutturati)
  - oggetti memorizzati in “bucket” – in Europa o negli Stati Uniti
- sicurezza – autenticazione, oggetti privati e pubblici, ACL
- diversi livelli di affidabilità
- S3 può essere utilizzato come meccanismo di storage per EC2



## Amazon EBS

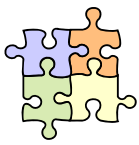
- **Amazon Elastic Block Storage (EBS)**
  - un altro meccanismo di storage per istanze Amazon EC2
  - un'istanza EBS è un volume che può essere montato su un'istanza EC2 – con capacità da 1GB a 1TB
  - ciascun volume è composto da blocchi (opachi per EBS) – che può essere usato come un qualunque hard disk
  - è possibile selezionare alcuni livelli di qualità
    - come prestazioni e affidabilità, o la zona in cui è allocata l'istanza



## Amazon SimpleDB, DynamoDB e RDS

- **Amazon SimpleDB**
  - un datastore non relazionale (non c'è nozione di schema)
  - per la memorizzazione e l'interrogazione di dati – tramite richieste con web services
  - flessibile, disponibile, scalabile
  - pensato per un'integrazione semplice con EC2 e S3
- **Amazon DynamoDB**
  - un datastore NoSQL
  - con prestazioni alte e prevedibili, scalabile e affidabile
- **Amazon Relational Database Service (RDS)**
  - per la gestione di database relazionali sul cloud
  - consente l'accesso, con tutte le funzionalità, a un database MySQL oppure Oracle

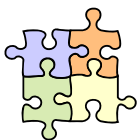




## Amazon Elastic Beanstalk

### □ *Amazon Elastic Beanstalk*

- piattaforma scalabile per applicazioni web
- “Amazon Elastic Beanstalk è un modo ancora più semplice di rilasciare e gestire applicazioni nel cloud AWS”
- “devi semplicemente fare l’upload della tua applicazione – Elastic Beanstalk gestisce automaticamente i dettagli dell’acquisizione delle risorse di calcolo necessarie, il bilanciamento del carico, la capacità di scalare in modo automatico e il monitoraggio dell’applicazione”
- alcuni stack software predefiniti prevedono il supporto per Apache HTTP Server, PHP, Python, Ruby, IIS per .NET, Apache Tomcat

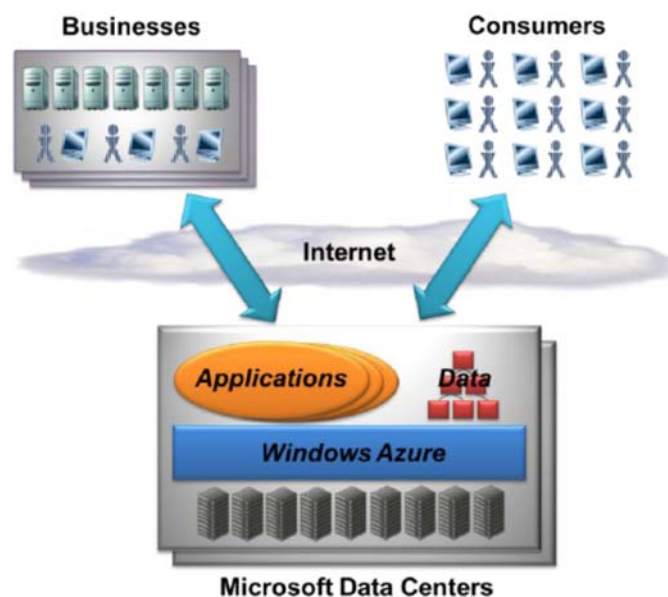


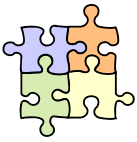
## - Microsoft Windows Azure



### □ *Microsoft Windows Azure*

- una piattaforma per consentire l’uso di risorse sul cloud Microsoft

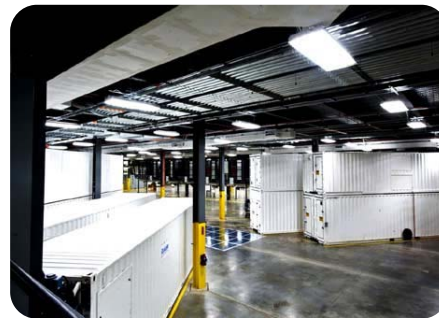
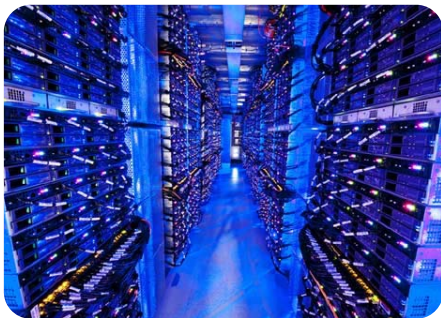




## Microsoft Windows Azure

### □ Alcuni data center del cloud di Microsoft (in espansione)

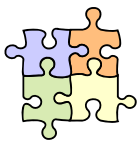
- a Dublino, un data center tradizionale – 38500 m<sup>2</sup> (2013)
- a Chicago, un data center basato su container (2010) – 112 container, 1800-2500 server per container, 65000 m<sup>2</sup> (pari a 9 campi di calcio)



## Microsoft Windows Azure

### □ *Microsoft Windows Azure*

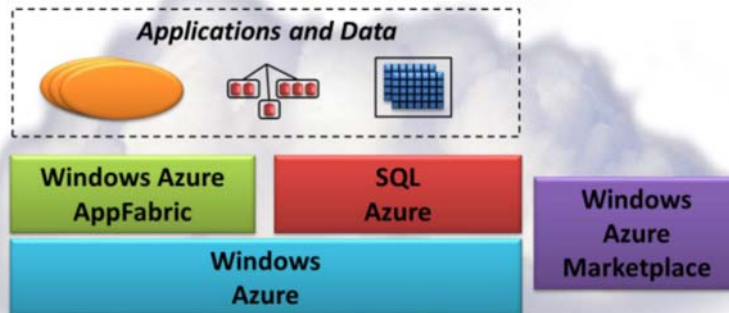
- “è una piattaforma applicativa per fornire agli sviluppatori dei servizi utili – accessibili in rete – per la creazione di applicazioni e la memorizzazione di dati”
- “in particolare, consente la fruizione di tecnologie comuni nel mondo di Windows – come Windows Server e SQL Server”
- si tratta di una piattaforma applicativa più generica e flessibile di quella di Google Apps – ma comunque più vincolata rispetto ai servizi infrastrutturali di Amazon AWS
  - per alcune applicazioni, sia i dati che il codice potrebbero vivere nel cloud – lasciando a qualcun altro la gestione delle infrastrutture
  - per altre applicazioni, solo i dati potrebbero vivere nel cloud
  - altre applicazioni, inoltre, potrebbero semplicemente fruire di servizi dal cloud



## Microsoft Windows Azure

### □ Microsoft Windows Azure

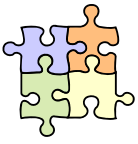
- in pratica, un gruppo di tecnologie cloud – ciascuna delle quali fornisce un insieme specifico di servizi agli sviluppatori di applicazioni



## Microsoft Windows Azure

### □ Tecnologie di Microsoft Windows Azure

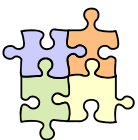
- Windows Azure – un ambiente Windows per l'esecuzione di applicazioni e la memorizzazione di dati sui computer nei data center della Microsoft
- SQL Azure – un gestore di database relazionali, basato su SQL Server
- Windows Azure AppFabric – servizi infrastrutturali per applicazioni in esecuzione sul cloud
- Windows Azure MarketPlace – un servizio online per l'acquisto di dati e applicazioni basati sul cloud
- l'ambiente di sviluppo è Visual Studio



## - Salesforce.com

### □ *Salesforce.com*

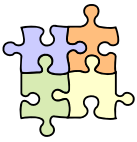
- “con il cloud computing non è più necessario installare alcun software o hardware – otterrai un’operatività immediata e i primi risultati positivi in tempi molto più brevi”
- “leader nel mercato delle applicazioni SaaS – tutto ciò che ti serve per gestire la tua attività sul cloud”
  - applicazioni (personalizzabili) ad es., per la vendita, l’assistenza clienti e la collaborazione
  - accessibili su internet – sia da PC che da smartphone o tablet
- anche piattaforma per lo sviluppo di applicazioni personalizzate (PaaS)



## \* Cloud computing

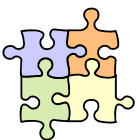
### □ Il *cloud computing* è [NIST]

- un modello di elaborazione
  - che abilita un accesso in rete, su richiesta, ubiquo e conveniente
  - a un pool di risorse di calcolo (CPU, storage, reti, sistemi operativi, servizi e/o applicazioni) condivise e configurabili
  - che possono essere acquisite e rilasciate rapidamente e in modo dinamico
  - con uno sforzo di gestione minimo, o comunque con un’interazione minima con il fornitore del servizio
- Inoltre, sempre secondo il NIST, questo modello di elaborazione prevede cinque caratteristiche essenziali, tre modelli di servizio e quattro modelli di deployment



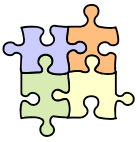
## Caratteristiche essenziali (1/2)

- Cinque caratteristiche essenziali per il cloud computing [NIST]
  - servizi su richiesta
    - un consumatore può acquisire capacità di calcolo in modo unilaterale e automatico – senza che sia richiesto nessun intervento umano da parte del fornitore del servizio
  - accesso in rete
    - queste capacità di calcolo sono accessibili su Internet – sulla base di meccanismi standard, che sostengono l'uso anche da parte di client leggeri e/o mobili



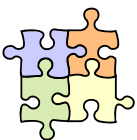
## Caratteristiche essenziali (3)

- Cinque caratteristiche essenziali per il cloud computing [NIST]
  - pooling di risorse
    - le risorse di calcolo del fornitore del servizio sono riunite per servire una molteplicità di consumatori, secondo un modello multi-tenant (letteralmente, “con più affittuari”)
    - le risorse fisiche e virtuali sono assegnate e riassegnate dinamicamente ai consumatori, sulla base delle loro richieste
    - c'è inoltre un'indipendenza dalla locazione – i consumatori non hanno né controllo né conoscenza della locazione esatta delle risorse che gli sono assegnate
      - è tuttavia possibile che i consumatori abbiano controllo sulla locazione a un livello di astrazione più alto, ad esempio la nazione (spesso è necessario per motivi di legge)



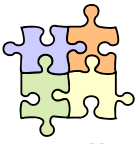
## Caratteristiche essenziali (4)

- Cinque caratteristiche essenziali per il cloud computing [NIST]
  - elasticità rapida
    - le capacità di calcolo possono essere ottenute in modo rapido e elastico, e in alcuni casi questo può avvenire automaticamente
    - elasticità – è possibile scalare rapidamente queste capacità di calcolo – sia all'insù che all'ingiù
    - per il consumatore del servizio, queste capacità di calcolo spesso appaiono illimitate, e possono essere acquisite in qualunque momento e in qualunque quantità



## Caratteristiche essenziali (5)

- Cinque caratteristiche essenziali per il cloud computing [NIST]
  - misura dei servizi
    - i sistemi di cloud computing controllano e ottimizzano in modo automatico l'uso delle risorse, sulla base di misure appropriate per il tipo del servizio – ad es., per lo storage, sia la quantità memorizzata che la quantità mossa nel tempo
    - la misurazione dell'uso delle risorse fornisce trasparenza sia al fornitore che al consumatore del servizio utilizzato



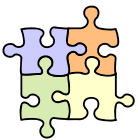
## Modelli di servizio

- Il cloud computing prevede tre *modelli di servizio* [NIST]
  - *Software as a Service – SaaS*
    - il consumatore può usare le applicazioni software del produttore – in esecuzione su un'infrastruttura cloud
    - il consumatore non deve gestire l'applicazione (ma talvolta la può configurare) né l'infrastruttura per la sua esecuzione
  - *Platform as a Service – PaaS*
    - il consumatore può rilasciare (deployare) sull'infrastruttura di cloud del produttore le proprie applicazioni
    - queste applicazioni vanno create usando linguaggi, librerie, servizi e strumenti supportati dal fornitore del servizio PaaS
  - *Infrastructure as a Service – IaaS*
    - il consumatore può acquisire dal produttore risorse di calcolo fondamentali (CPU, storage, reti, sistemi operativi)
    - usando queste risorse, il consumatore può creare, rilasciare e eseguire software arbitrario

29

Cloud Computing

Luca Cabibbo – ASw



## Modelli di deployment (1)

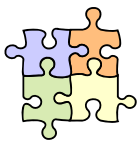
- Il cloud computing prevede quattro *modelli di deployment* [NIST]
  - *public cloud*
    - l'infrastruttura di cloud è resa disponibile al pubblico
    - è posseduta e gestita da un'organizzazione che vende servizi cloud
  - *private cloud*
    - l'infrastruttura di cloud è gestita solo per una singola organizzazione
    - può essere gestita dall'organizzazione stessa o da terze parti
    - nota: secondo altre definizioni, il private cloud non è una forma di cloud computing



30

Cloud Computing

Luca Cabibbo – ASw

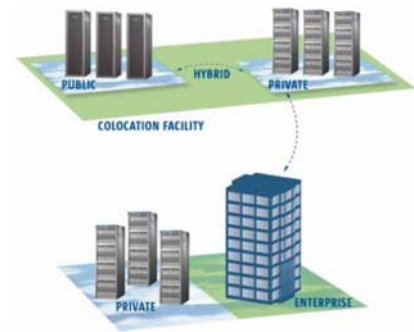


## Modelli di deployment (2)

### □ Classi di sistemi per il cloud computing [NIST]

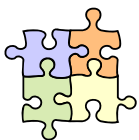
#### ▪ *hybrid cloud*

- l'infrastruttura di cloud è la composizione di due o più cloud – che rimangono entità separate, ma che sono legate insieme per sostenere la portabilità di dati e/o applicazioni



#### ▪ *community cloud*

- l'infrastruttura di cloud è condivisa da più organizzazioni – e sostiene gli interessi di questa comunità di organizzazioni
- può essere gestita dalla comunità stessa o da terze parti



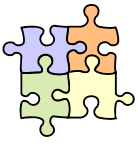
## Cloud computing

### □ Alcune definizioni alternative del cloud computing

#### □ Il *cloud computing* è [Vaquero]

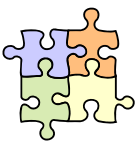
- un grande insieme di risorse (come hardware, piattaforme di sviluppo e/o servizi)
  - che sono virtualizzate
  - e sono facilmente accessibili e usabili
- queste risorse
  - possono essere dinamicamente riconfigurate – per adattarle a un carico variabile (sono scalabili) – favorendo un utilizzo ottimale delle risorse
  - sono tipicamente utilizzate sulla base di un modello di pagamento a consumo
  - sono dotate di garanzie – sulla base di SLA personalizzate – offerte dal loro fornitore





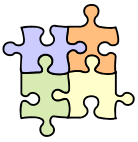
## Cloud computing

- Alcune definizioni alternative del cloud computing
- Il *cloud computing* [AboveTheClouds]
  - si riferisce sia alle applicazioni erogate come servizi su Internet che all'hardware e al software nei data center che forniscono questi servizi
    - il termine *cloud* indica l'hardware e il software presente in questi data center
    - *Software as a Service (SaaS)* indica le applicazioni erogate da una cloud
    - *utility computing* indica l'insieme di servizi erogati da una cloud e resi disponibili al pubblico con modalità di pagamento a consumo
  - il *cloud computing* è dato dall'unione di *SaaS* e *utility computing*



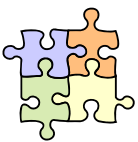
## Cloud computing

- La metafora della nuvola (cloud)
  - la nuvola è usata spesso nei diagrammi di rete – per rappresentare una rete “a scatola nera” – le interfacce di accesso sono note, ma non la struttura interna
    - una nuvola è infatti, per sua natura, opaca
    - inoltre, di solito è considerata molto grande e distante
  - questa metafora si applica anche – e forse meglio – al cloud computing
    - la realizzazione interna è opaca
    - inoltre, i confini sono spesso sfumati
    - le nuvole si possono sovrapporre
    - le nuvole possono cambiare dinamicamente di forma

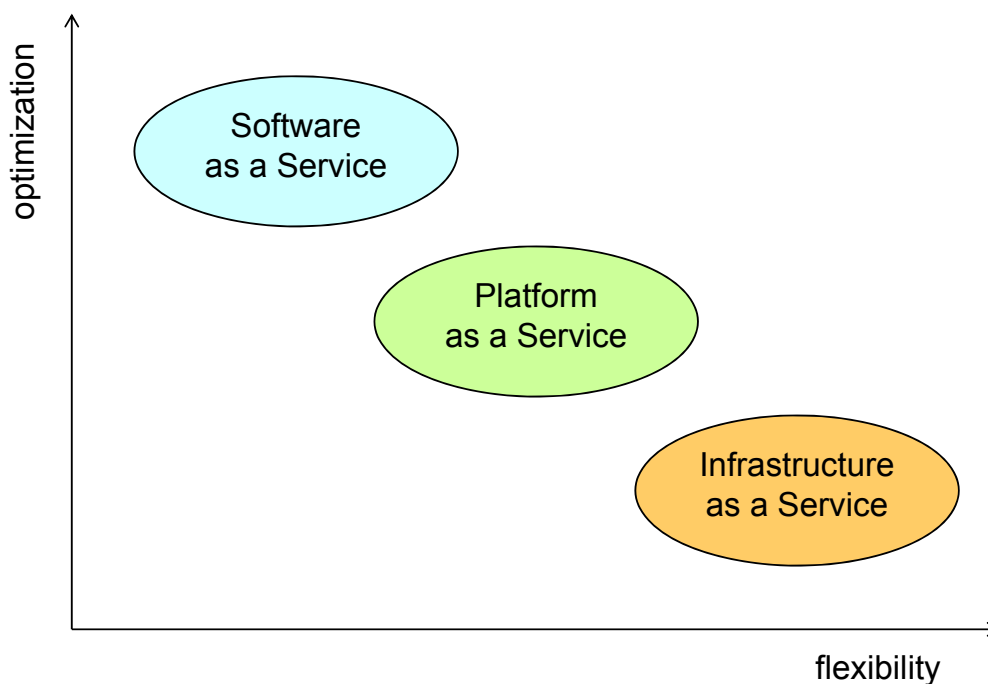


## Il modello SPI

- Così come nel cielo ci sono diversi tipi di nuvole – così ci sono diversi tipi di servizi e funzionalità offerti nel cloud computing
  - il modello SPI costituisce la classificazione più comune dei servizi cloud
    - **Infrastructure as a Service – IaaS**
      - servizi infrastrutturali – come server (CPU e sistemi operativi), storage e connettività
    - **Platform as a Service – PaaS**
      - servizi che sono piattaforme run-time, che supportano l'esecuzione di programmi
    - **Software as a Service – SaaS**
      - servizi (applicazioni) che sono direttamente utilizzabili dall'utente finale

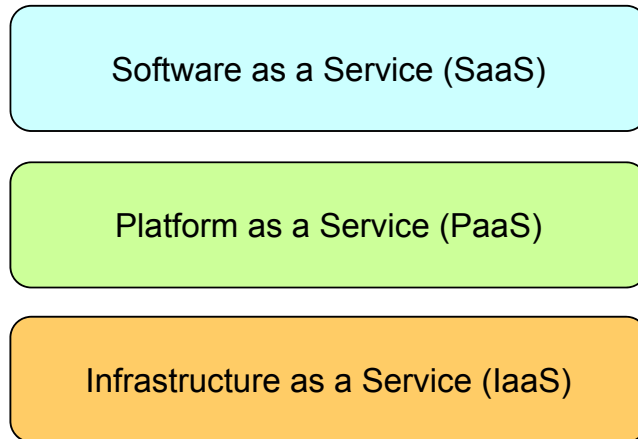


## Il modello SPI

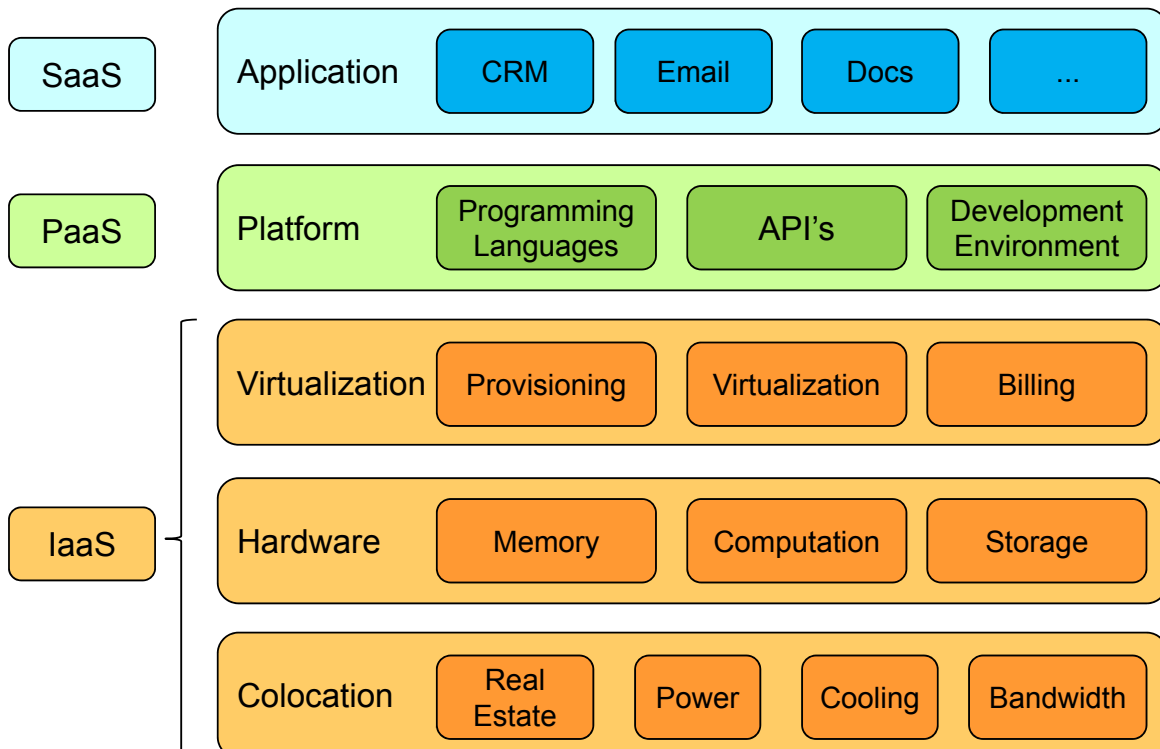




## Il modello SPI



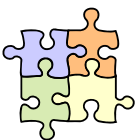
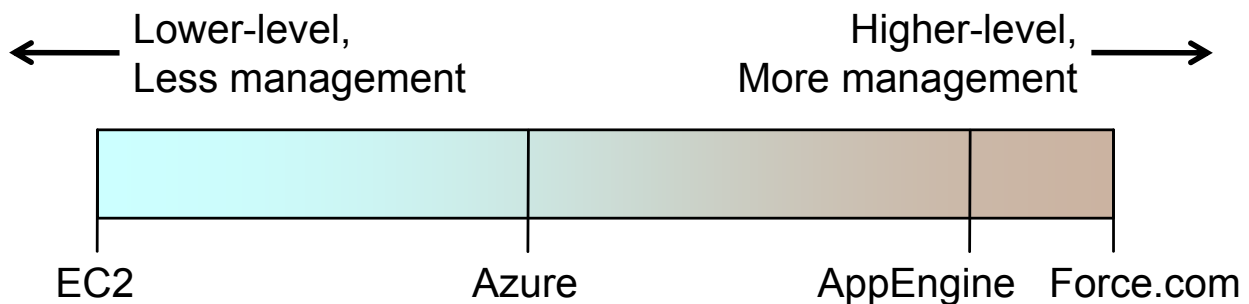
## Il modello SPI





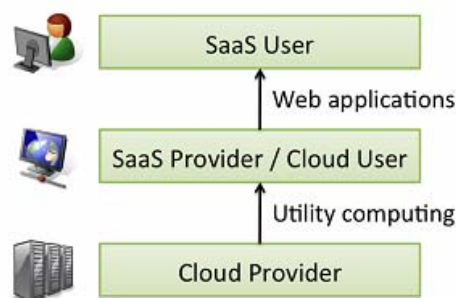
## Spettro dei sistemi di cloud computing

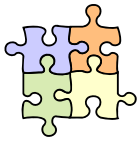
- Il modello SPI sembra suggerire una classificazione netta dei servizi offerti sul cloud – in realtà, c'è una varietà di offerta di infrastrutture e piattaforme – ad esempio
  - macchine virtuali x86 – Amazon EC2
  - macchine virtuali per un bytecode – Microsoft Azure
  - macchine virtuali con installato un framework – Google App Engine, Salesforce



## Attori in gioco

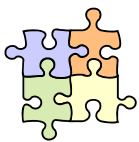
- Un'organizzazione o una persona può svolgere uno (o più) dei seguenti ruoli
  - *cloud provider* – fornitore di utility computing (IaaS o PaaS)
  - *cloud user* – utente (consumatore) di utility computing (IaaS o PaaS)
  - *SaaS provider* – fornitore di un'applicazione SaaS
    - un SaaS provider potrebbe anche essere un cloud user
  - *SaaS user* – utente (consumatore) di un'applicazione SaaS





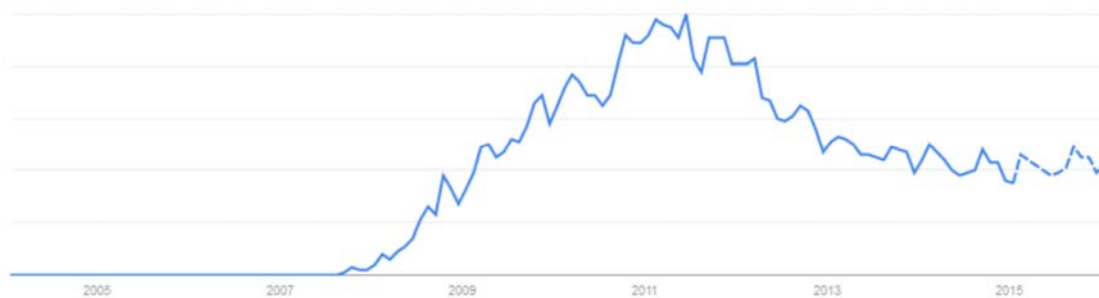
## Campi di applicazione

- Alcuni possibili campi di applicazione del cloud computing
  - applicazioni web
  - estensione di software di tipo desktop – ad es., Matlab e Mathematica
  - applicazioni con necessità momentanee di grandi risorse di calcolo
  - prototipazione
  - startup
  - compiti singoli
  - svolgimento di attività di ricerca

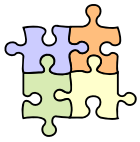


## Perché adesso?

- Da quanto tempo si parla di cloud computing [Google Trends]?

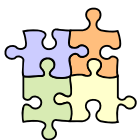


- Amazon è stata la prima azienda a offrire un insieme ricco di servizi su cloud
  - presenza su Internet molto ampia
  - necessità di gestire un data center molto grande – configurato per sostenere il carico di picco del periodo natalizio
  - questa “necessità” viene convertita in un’opportunità – lanciando AWS, nel 2002 – poi il servizio decollerà nel 2007



## Perché adesso?

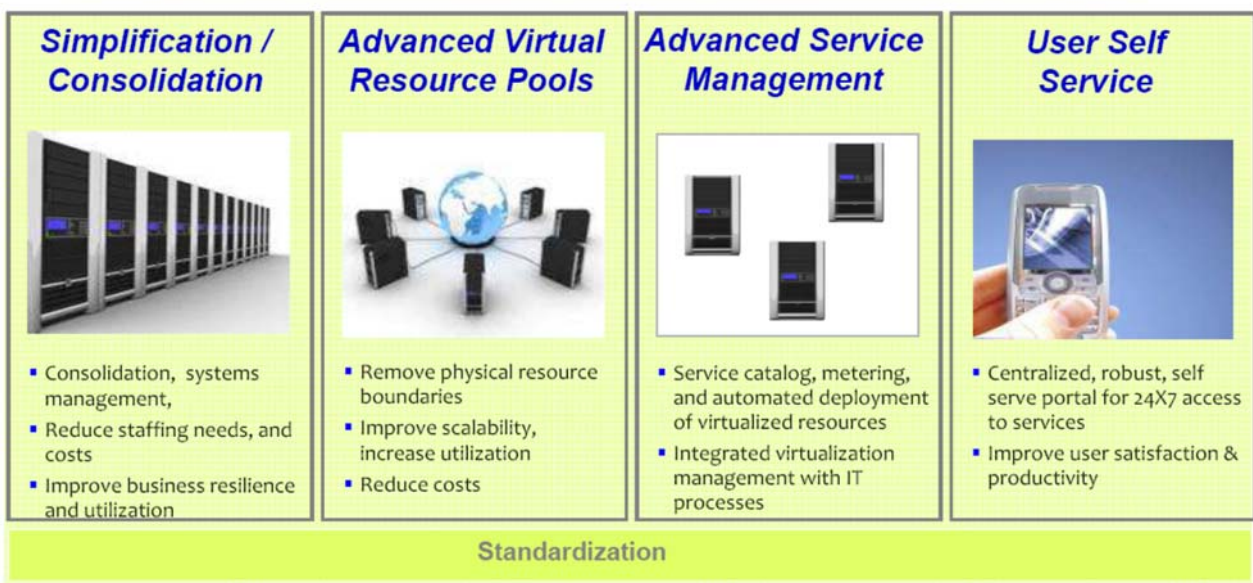
- Perché il cloud computing nasce proprio in questi anni?
  - Internet fornisce un'infrastruttura di comunicazione pervasiva
  - virtualizzazione
  - esperienze con grandi data center
  - economie di scala
  - modello di fatturazione pay-as-you-go
  - pila di software standard

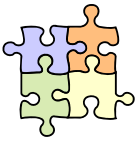


## Perché adesso?

- Come nasce il cloud computing?

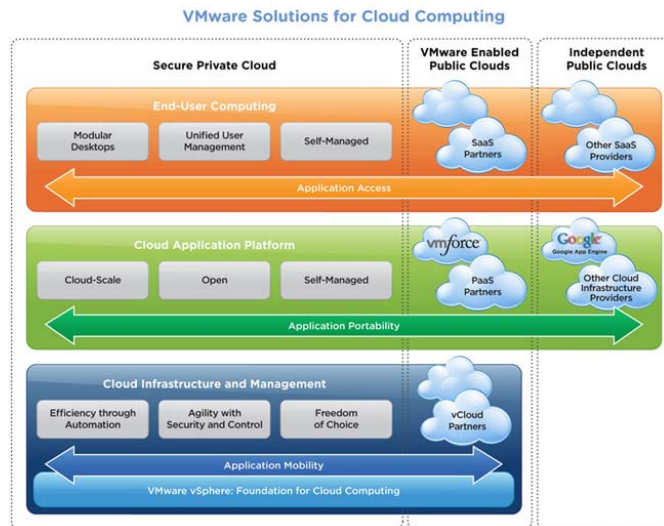
### Cloud





## Ruolo della virtualizzazione

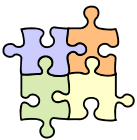
- Questi anni hanno portato alla maturazione delle tecnologie di virtualizzazione – e alla loro evoluzione come supporto infrastrutturale al cloud computing
  - ad es., le soluzioni di VMware per il cloud computing



45

Cloud Computing

Luca Cabibbo – ASw



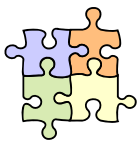
## \* Economia del cloud computing

- Il cloud computing è una soluzione tecnologica per i suoi potenziali consumatori
  - ma è economicamente conveniente per i consumatori di servizi cloud? e lo è per i fornitori di servizi cloud?
  - quali sono i casi in cui il cloud computing è preferibile, per un consumatore, in particolare, a gestire privatamente un proprio data center?

46

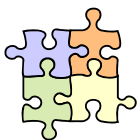
Cloud Computing

Luca Cabibbo – ASw



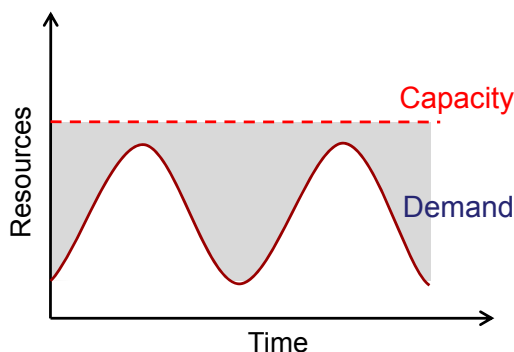
## Economia del cloud computing

- Alcuni aspetti del cloud computing da prendere in considerazione in una valutazione economica
  - modello di pagamento a consumo – assenza di costi iniziali per il cloud user
    - consente il passaggio da un sistema di spesa in conto capitale (CAPEX) a un sistema di spesa corrente (OPEX)
  - elasticità – trasferimento dei rischi dal
    - possibilità di mitigare i rischi legati a un dimensionamento non corretto delle infrastrutture necessarie
  - economie di scala – per il cloud provider
    - i fornitori possono offrire prezzi vantaggiosi ai consumatori – e vantaggiosi anche per i fornitori stessi

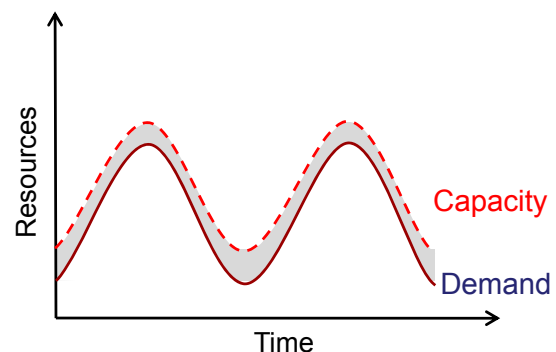


## Economia del cc: elasticità

- Il cloud computing può essere preferibile quando la richiesta di risorse (per l'applicazione da erogare) varia nel tempo
  - l'alternativa è fare provisioning per il picco del carico



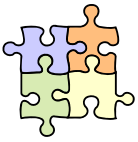
Static data center



Data center in the cloud

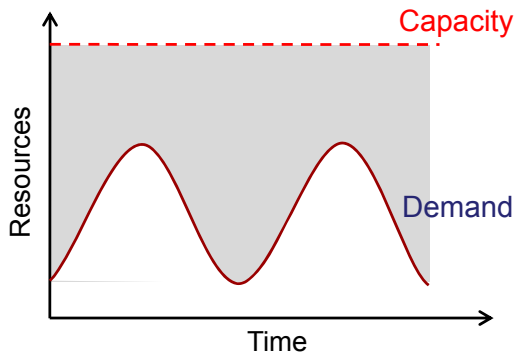
■ Unused resources





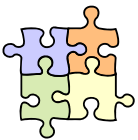
## Economia del cc: elasticità

- Il cloud computing può essere preferibile anche quando la richiesta di risorse non è nota in anticipo
  - il rischio dell'over-provisioning è la sottoutilizzazione



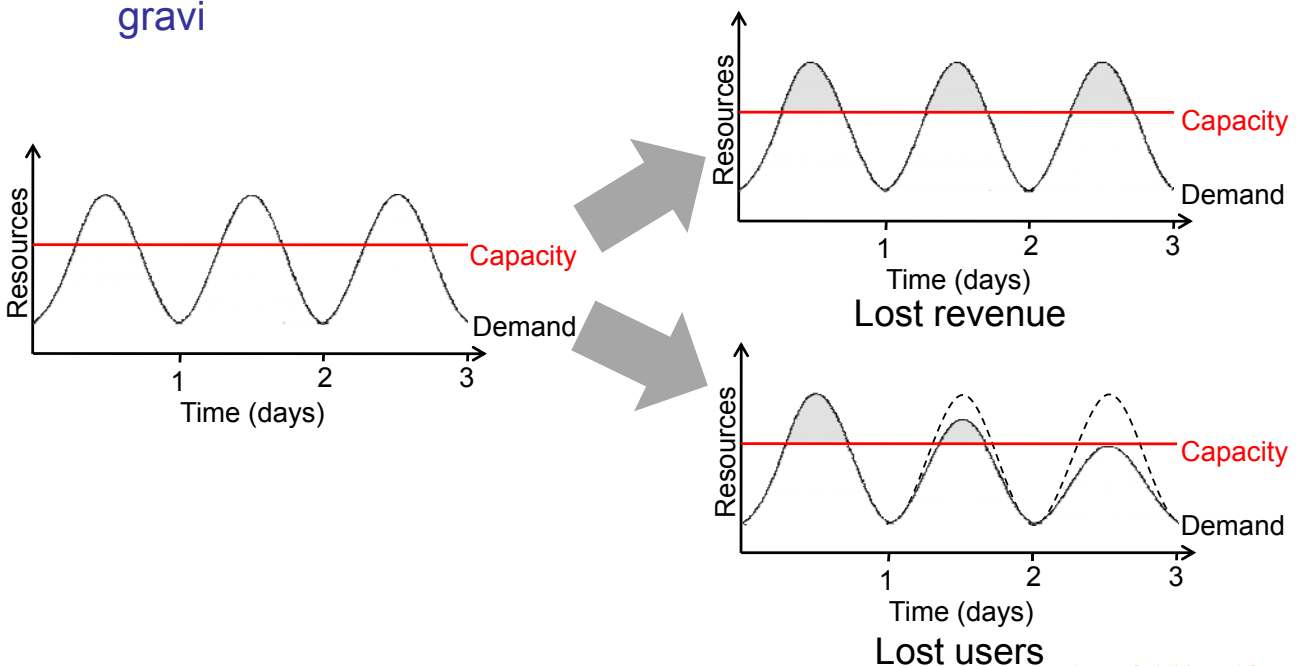
Unused resources

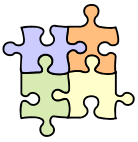
Static data center



## Economia del cc: elasticità

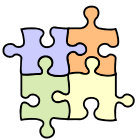
- Il cloud computing può essere preferibile anche quando la richiesta di risorse non è nota in anticipo
  - i rischi dell'under-provisioning sono delle penalizzazioni anche gravi





## Economia del cc: elasticità

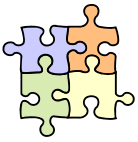
- Un altro caso in cui il cloud computing può essere preferibile è quello di organizzazioni che vogliono svolgere compiti intensivi da un punto di vista computazionale
  - ad esempio, analisi batch di grandi moli di dati
  - se il compito è “parallelizzabile”, allora può avere senso usare per poco tempo un numero elevato di server – anziché un solo server per un tempo elevato
  - in questo caso, è possibile ottenere, *a parità di costo*, i risultati richiesti in tempi molto più ridotti
    - infatti, ad esempio, 1000 AMI EC2 per un’ora costano quanto una singola AMI per 1000 ore



## Economia del cc: economie di scala

- Dal punto di vista dei fornitori di cloud, i vantaggi sono legati alle economie di scala
  - un grande data center può fruire di economie di scala significative rispetto a data center medio-piccoli – sia per le risorse tecnologiche che per altre infrastrutture (energia elettrica, riscaldamento, locali, ...)
  - e può vendere queste risorse a costi inferiori di quelli tipici per un data center medio-piccolo

Risorsa	Costo per un DC medio	Costo per un DC molto grande	Rapporto
Rete	95\$ / Mbps / mese	13\$ / Mbps / mese	7.1x
Storage	2.20\$ / GB / mese	0.40\$ / GB / mese	5.7x
Amministrazione	≈140 server/admin	>1000 server/admin	7.1x



## Economia del cloud computing

- Alcuni possibili benefici per i fornitori di servizi di cloud computing
  - realizzare profitti – sfruttando le economie di scala
  - capitalizzare i propri investimenti
    - Amazon – sfruttando la capacità di calcolo residua (al di fuori dei periodi di picco)
    - Google – sfruttando le infrastrutture esistenti
  - difendere un marchio
    - Microsoft – ad es., per vendere strumenti .NET
  - rafforzare le relazioni con i propri clienti
    - ad es., offrire ai propri clienti un servizio di disaster recovery su cloud



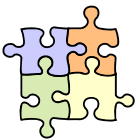
## \* Progettazione di architetture per il cloud

- Viene ora discussa brevemente la progettazione di applicazioni/ sistemi software da eseguire su cloud
  - nei confronti di alcune qualità, progettare per il cloud non è diverso dal progettare per altre piattaforme distribuite
    - ad es., modificabilità, usabilità, verificabilità, interoperabilità
  - tuttavia, la progettazione per alcune qualità su cloud può richiedere differenze significative
    - ad es., sicurezza, prestazioni, scalabilità e disponibilità
    - spesso è possibile (o necessario) usare i servizi/meccanismi forniti dalla piattaforma cloud utilizzate – ad esempio, per la sicurezza e la disponibilità
    - tuttavia, può essere utile fare delle scelte di progetto specifiche per sostenere ulteriormente alcune qualità
  - anche la progettazione per la gestione dei dati richiede di solito considerazioni specifiche



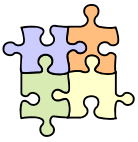
## Progettazione di architetture per il cloud

- Ad esempio, come progettare per la disponibilità su cloud?
  - il cloud viene di solito considerato disponibile – poiché le infrastrutture offrono SLA e soluzioni provate per questa qualità
    - ad es., disponibilità del 99.95% per le AMI EC2 di AWS
    - in alcuni casi, questo numero può essere considerato sufficientemente grande – e l'architetto non deve preoccuparsi ulteriormente della disponibilità
    - in alcuni casi però si desidera una disponibilità maggiore
  - ad es., nel 2011 il servizio EC2 di AWS visse 4 giorni di fuori servizio sporadici – ma Netflix (streaming di video), pur se basato su EC2, non ebbe interruzioni di servizio, grazie ad alcune soluzioni specifiche ulteriori per la disponibilità
    - servizi stateless
    - servizi e dati replicati su più zone
    - degradazione graduale e riconfigurazione



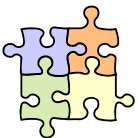
## Progettazione di architetture per il cloud

- Ad esempio, come progettare per la scalabilità su cloud?
  - le piattaforme del cloud offrono di solito soluzioni per la scalabilità orizzontale
  - tuttavia, le necessità di coordinamento e sincronizzazione tra i nodi di un sistema distribuito possono avere un impatto negativo su scalabilità e prestazioni
  - per sostenere davvero la scalabilità delle applicazioni per il cloud, è necessario fare delle ulteriori considerazioni specifiche sulla gestione dei dati
    - ad es., [Helland] suggerisce che i dati nelle applicazioni scalabili siano organizzati in “entità” – per “entità” si intende un gruppo di dati, che costituisce un'unità di accesso, di distribuzione e di consistenza (manipolazione atomica)
  - in questo contesto, alcuni sistemi di basi di dati per il cloud – chiamati datastore NoSQL – forniscono un supporto specifico per la gestione di dati, con queste caratteristiche



## \* Discussione

- La visione del computing come una utility – sognata da tempo – si sta finalmente concretizzando
  - i fornitori di servizi sul cloud
    - hanno la possibilità di realizzare data center molto grandi, sfruttando delle significative economie di scala – e vendere queste risorse con un modello di pagamento a consumo, a prezzi competitivi per utenti con necessità medie – e realizzare un profitto condividendo queste risorse
  - gli utenti di servizi su cloud
    - hanno la possibilità di realizzare software (oppure di utilizzare software) sulla base di un modello di pagamento delle risorse a consumo – con la possibilità di scalare in modo elastico l'uso delle risorse necessarie – senza costi iniziali e senza costi aggiuntivi di gestione delle infrastrutture



## Discussione

- Presumibilmente, il cloud computing sosterrà innovatività e competizione
  - i piccoli produttori di software potranno avviare le loro attività – con una dipendenza minore dagli investitori esterni
    - in teoria, è possibile avviare in tempi brevi un'attività milionaria possedendo solo un PC e una connessione a Internet – e molto talento 😊, che non ha prezzo
    - non saranno infatti più necessari grandi investimenti iniziali per l'acquisizione (e la gestione) delle infrastrutture hardware
  - inoltre, gli investitori potranno finalizzare i loro investimenti in modo più efficace
    - grazie alla riduzione dei costi fissi