

loro elaborazioni tra i vari utilizzatori in tutto il mondo, si può constatare come una piattaforma di calcolo scalabile e a basso costo, come il cloud computing, divenga praticamente necessaria per le applicazioni GIS. Tradizionalmente, le applicazioni GIS richiederebbero risorse dedicate e grande spazio di archiviazione in modo da poter trattare ed analizzare grandi quantità di dati. Con l'aiuto del cloud computing le responsabilità di immagazzinamento e di processamento possono essere demandate a un provider di servizi cloud. Tuttavia, mentre l'infrastruttura di supporto al cloud GIS è ora accessibile a tutti, la forma precisa che andrà ad assumere è ancora sconosciuta.

Cos'è il cloud computing

Il cloud computing è un concetto e un termine che sta crescendo in popolarità. A fronte delle numerose definizioni proposte, la migliore sembra essere quella pubblicata, nell'ottobre 2011, dal National Institute of Standards and Technology (NIST) e che consiste in cinque caratteristiche essenziali, tre modelli di servizio e quattro modelli organizzativi.

Le caratteristiche essenziali sono:

Network access (Uso di tecnologie Internet) – Si può accedere ai servizi di cloud computing da tutti i possibili dispositivi collegati in rete, come workstation, telefoni "mobile" e altri server, usando formati e protocolli di Internet (Url, http, Ip, ecc.). Un esempio in ambito GIS è quello di un servizio di informazione spaziale che consente l'accesso da browser o da altri server.

On-demand self-service (Basato sul servizio) - Le interfacce di servizio devono essere ben definite e le risposte del provider al consumatore del servizio completamente automatiche. Il servizio deve essere pronto all'uso e tagliato sulle esigenze dell'utente e non sui vincoli della tecnologia. Un esempio GIS è dato dalla possibilità di avviare diversi server di cartografie con un'interfaccia browser.

Resource pooling (Condivisione) – I servizi condividono un pool di risorse (come il processamento, l'immagazzinamento e l'input-output), per realizzare economie di scala. Le risorse IT sono usate con il massimo dell'efficienza. La condivisione della piattaforma hardware e software permette di destinare le risorse inutilizzate ad altri servizi o compiti. Un esempio GIS è la condivisione di computer posseduti e amministrati da ESRI, Amazon, o Microsoft, senza sapere o interessarsi di come essi vengano forniti.

Elasticity (Scalabile ed elastico) - I servizi cloud computing possono essere aumentati o ridotti, in modo automatico e alla massima velocità possibile, in modo da soddisfare le richieste e diminuire gli sprechi. Mentre l'elasticità contraddistingue i pool condivisi di risorse, la scalabilità fa parte della sottostante piattaforma hardware e software. Un esempio GIS è dato dal processamento di un grande set di dati spaziali utilizzando molti computer che poi sono abbandonati quando il compito è stato svolto.

Measured service (Misurato secondo l'utilizzo) - I servizi cloud sono pagati esclusivamente in base alle risorse utilizzate, come la capacità di processamento, di archiviazione, le ore di consumo e il numero di account richiesti dagli utilizzatori. Un esempio GIS è quello di pagare per un server di cartografie solo per le ore di utilizzo, per la larghezza di banda che lo caratterizza, piuttosto che pagare per un intero computer.

I tre modelli di servizio (Figg. 3 e 4) sono invece: *Infrastructure as a Service* (IaaS) che è il livello fondamentale, seguito da *Platform as a Service* (PaaS) e *Software as a Service* (SaaS).

Nel primo caso presentato in figura 3, cioè quello di utilizzo di un classico computer, l'utente gestisce tutto; spostandosi a un servizio cloud, l'IaaS (*Infrastructure as a Service*) mette a disposizione dell'utente risorse di calcolo hardware (della CPU, della RAM, dello Storage e delle schede di rete con connettività) virtualizzate, gestite dal provider, e l'utente pensa al resto. Per fare un esempio, il classico servizio EC2 (Elastic Compute Cloud)/S3

(Simple Storage Service) di Amazon è un servizio IaaS: si compra il servizio, si installa il sistema operativo preferito e si creano le applicazioni desiderate in questo ambiente. Per quanto riguarda i costi di un simile servizio, si ha la fatturazione "a consumo" poiché un'istanza IaaS è un costo per il fornitore solo quando lavora e non quando è "ferma": in pratica se un servizio IaaS lavorasse sempre a pieno regime i costi sarebbero analoghi (o di poco superiori) a quelli di una modalità standard, ma contando sui "tempi morti" si possono avere costi normalmente molto più convenienti.

In un ambito GIS si potrebbe pensare ad affittare capacità di calcolo da un provider e utilizzarle per risolvere applicazioni.

Un PaaS (*Cloud Platform as a Service*) consiste nel fornire una piattaforma software virtuale composta di servizi, programmi, librerie, ecc. In genere si tratta di un complesso di API (Application Programming Interface) specializzate per la realizzazione di applicazioni. Il cliente può ancora aggiungere i propri dati e del software, ma si deve adattare alla scelta effettuata dal provider riguardo alla piattaforma da utilizzare. Un esempio di PaaS è il Google App Engine (una piattaforma per lo sviluppo e l'ospitalità (hosting) di applicazioni web gestite dai Centri gestione dati di Google) che richiede applicazioni scritte in Java o Python. Questo tipo di servizio normalmente è fatturato in base ai MB di spazio su disco, alla quantità di banda, ecc. e si paga con cadenza periodica.

In un contesto GIS si può immaginare di utilizzare il ModelBuilder di ESRI

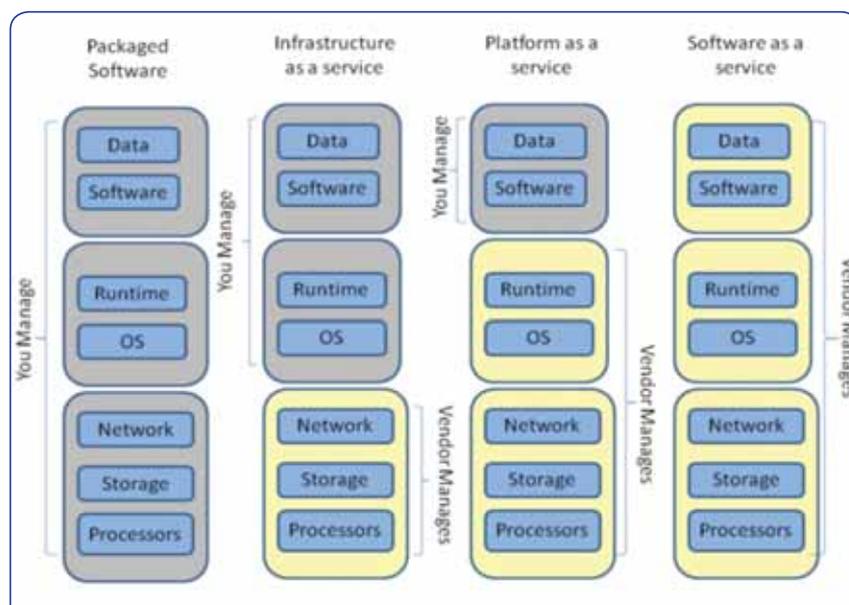
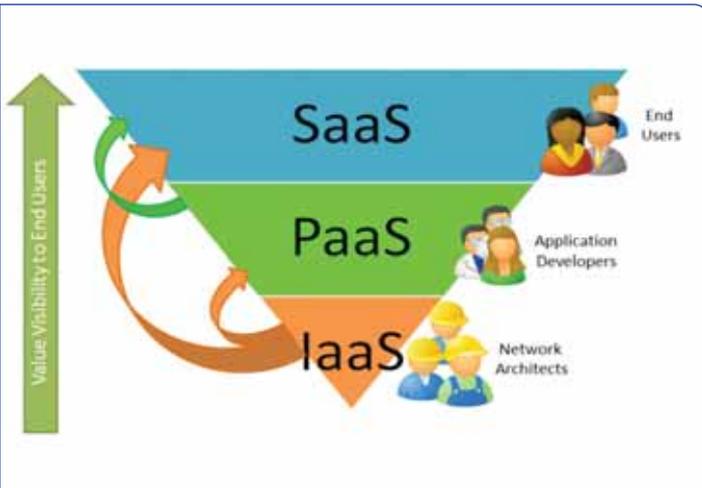


Fig. 3 – I tre modelli di servizio della tecnologia cloud - (https://www.education.psu.edu/cloudGIS/cloud_introduction)

Fig. 4 - I tre modelli di servizio e i loro utilizzatori (<http://www.hostingtalk.it/articoli/cloud-computing/10776/guida-cloud-computing-lezione-4-cloud-computing-iaas-funzionamento-ed>)



(l'ambiente visuale integrato, in ArcGIS Desktop, che consente di realizzare, con semplicità, procedure di gestione ed elaborazione dati senza dover ricorrere a tecniche di programmazione) in una pagina web.

SaaS (*Software as a Service*) prevede l'utilizzo di un'applicazione software remota tramite un comune browser e/o applicazioni client specifiche; è molto semplice da comprendere, si utilizza e basta. Un buon esempio è un accesso web mail, così come Google Maps; questo tipo di servizi è normalmente fatturato con cadenza periodica sulla base del numero di utenti attivati. In ambito GIS, si può considerare ArcGIS Online di ESRI.

I modelli organizzativi (Fig. 5) sono:

Private cloud (cloud privato) – L'infrastruttura cloud è fornita per essere utilizzata esclusivamente da una singola organizzazione composta da molteplici utilizzatori; può essere posseduta e gestita dall'organizzazione stessa o da una terza parte o da una combinazione delle due e può trovarsi nella loro sede o no.

Public cloud (cloud pubblico) – L'infrastruttura cloud è fornita per un uso open del pubblico in generale; può essere posseduta e gestita da un'organizzazione finanziaria, accademica o governativa o da una loro combi-

nazione; si trova nella sede del cloud provider.

Community cloud - L'infrastruttura cloud è fornita per uso esclusivo di gruppi di utilizzatori da organizzazioni che condividono gli stessi interessi e possono essere pensate come un sottoinsieme di public cloud fatte su misura per uno specifico settore verticale, che può essere un servizio governativo, la sanità o la finanza. Può essere posseduta e gestita da una o più organizzazioni o da una terza parte o da una combinazione delle due e può trovarsi nella loro sede o no.

Hybrid cloud (cloud ibrido) – L'infrastruttura cloud è composta di due o più infrastrutture cloud distinte (private, community, o public) che restano entità distinte, ma sono legate insieme da tecnologie standardizzate o proprietarie.

Cloud e GIS

Facendo un passo indietro nel tempo, si può rilevare che Google Earth rappresenta un buon esempio, a livello primordiale, del cloud computing, in quanto, ricoprendo tutto il mondo con immagini collegate fra loro, provenienti da diversi centri di dati, è in grado di fornire una visualizzazione 3D altamente interattiva; inoltre rende disponibili un ricco insieme di strumenti di tipo

geografico (ricerca di località, creazione di itinerari, ecc.) e non consente solamente al singolo utente di visualizzare le informazioni disponibili, ma anche di immetterne di nuove che sono visualizzate dal programma e che possono essere condivise con altri utilizzatori sparsi per il pianeta.

Il cloud computing si presenta, a tutti gli effetti, come una delle sfide principali dell'IT di questi anni e sta sempre più diffondendosi anche nel mondo GIS; in questo senso, molte sono le novità proposte agli utenti.

Ad esempio, per quanto riguarda Autodesk, i possessori di un contratto di aggiornamento per Infrastructure Modeler (software GIS tridimensionale che permette di costruire Città Digitali 3D, per poi ambientarvi progetti preliminari, sia di tipo architettonico che di infrastrutture) possono scaricare una importante estensione, che permette di condividere le Città digitali sul Web.

La condivisione sul Web delle Città digitali avviene grazie ad Autodesk 360, il nuovo portale dei servizi cloud che Autodesk ha messo a disposizione dei suoi clienti. Per questo motivo l'estensione si chiama Autodesk 360 Infrastructure Modeler (più semplicemente AIM 360). AIM 360 mette a disposizione, come servizio cloud, la pubblicazione, la conservazione e la gestione di modelli di città digitali, anche molto grandi, via Web (Fig. 6). Grazie ad AIM 360 più persone possono lavorare in modo collaborativo sui modelli di città digitali; infatti, ogni autore può invitarne altri ad accedere, scaricare e modificare i modelli e gli scenari che desidera condividere. I gruppi di lavoro, anche se suddivisi in più uffici distanti tra loro, possono creare e modificare i progetti condivisi, senza dover spedire i dati via e-mail o più facilmente doverli condividere attraverso siti FTP.

Anche il sistema GIS Cloud comincia a far parlare di sé. Si tratta di un sistema di cloud computing dedicato a servizi WebGIS che, in linea col concetto di *Software as a Service*, permette di sfruttare risorse hardware a software distribuite, per realizzare servizi GIS online. Tra le numerose funzionalità, c'è la possibilità di creare progetti costruttivi online, di caricare, gestire, editare, esportare, dati raster e vector in tutti i principali formati noti. I layer, una volta caricati e impostati, possono essere pubblicati e non manca il supporto ai servizi Openstreetmap, Google Maps, e simili. Sono presenti inoltre alcuni semplici strumenti di analisi GIS e statistica e ulteriori funzioni che saranno rese operative in futuro.

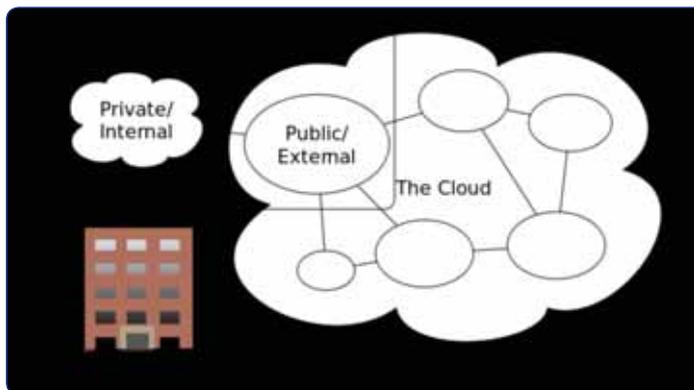


Fig. 5 - I modelli organizzativi (http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing)



Fig. 6 – Un modello di città digitale (<http://www.bimacademy.it/gis/>)

La proposta cloud di ESRI

Già nel maggio 2010 ESRI aveva annunciato la possibilità, per i propri clienti, di acquistare ArcGIS Server, il software GIS nella versione server, con un abbonamento annuale di tipo cloud. In questo modo, i diversi utenti possono utilizzare ArcGIS Server Cloud Bundle che lavora sull'infrastruttura Elastic Compute Cloud (EC2) di Amazon, avendo a disposizione sia il supporto tecnico sia l'assistenza fornita da ESRI; vengono dunque semplificate e ridotte l'organizzazione e la gestione di un server, si possono aumentare carichi di lavoro, è possibile aumentare o diminuire il numero di richieste di ArcGIS Server senza dovere investire in nuove risorse hardware in loco e riducendo il consumo complessivo di energia elettrica. Gli utilizzatori acquisiscono anche un accesso veloce al programma e possono pubblicare servizi e supportare applicazioni Web mapping immediatamente. L'accesso al programma avviene tramite licenze su macchine virtuali offerte da Amazon, piuttosto che su computer fisicamente presenti nella sede.

Perfettamente in linea con la direzione appena descritta, ESRI, con la nuova versione di ArcGIS 10.1 uscita a giugno 2012, rende innovativa, con il modulo ArcGIS Online (Fig. 7), la modalità con cui gli utenti possono gestire e rendere accessibili, all'interno delle organizzazioni o di chiunque partecipi alla comunità Web, le informazioni geografiche. In questa versione, con pochi click del mouse, gli utilizzatori di ArcGIS Desktop possono pubblicare e coordinare, con chiunque e nella forma più conveniente, i propri dati geografici, le cartografie e le elaborazioni realizzate, attraverso un'ampia disponibilità di strumenti di analisi; tale condivisione è resa possibile in rete locale, sul Web, oppure sfruttando i vantaggi delle architetture cloud.

In questo senso, ArcGIS Online è un sistema Web-based personalizzabile, progettato per i professionisti che de-

siderano gestire i contenuti geospaziali delle loro applicazioni, utilizzando strumenti e infrastrutture di tipo cloud; permette il controllo amministrativo sulla creazione e sull'accesso dei dati, rendendo facilmente disponibili le informazioni geografiche all'interno dell'organizzazione, così come facilita il coordinamento delle attività dei singoli operatori. ArcGIS Online è ora completamente integrato: un portale facile da utilizzare per migliaia di operatori, progettisti e professionisti di tutto il mondo.

Le organizzazioni sono in grado di memorizzare e gestire le proprie cartografie, dati e altre informazioni geospaziali con ArcGIS Online, integrandole con migliaia di carte condivise e gratuite, set di dati, servizi e strumenti.

Facendo parte della categoria SaaS, l'utente si deve solo focalizzare sull'utilizzo delle risorse disponibili, non avendo responsabilità né per l'hardware, né per il software o l'infrastruttura dei dati, perché tutto viene gestito dal provider che, in questo caso è ESRI. ESRI aggiorna continuamente i contenuti online di ArcGIS, per fornire nuove immagini, attività e servizi, di modo che gli utenti possano accedere sempre al meglio dei prodotti cartografici e GIS disponibili sul Web.

La strategia di sicurezza di ESRI garantisce controlli a ogni livello e per ogni utilizzatore e, in questo modo, fa sì che ArcGIS Online garantisca confidenzialità, integrità e disponibilità dei dati. I dati sono resi disponibili sotto forma di servizi Web e apposite interfacce ne permettono la manipola-

zione e interazione. Una precisazione va fatta riguardo alle rappresentazioni cartografiche che vengono create in ArcGIS Online solo utilizzando dati presenti nel sito di ESRI; tuttavia si possono produrre rappresentazioni che utilizzino dati da server esterni e dati originali creati dai clienti. In questo caso, però il servizio si sposta concettualmente dalla categoria SaaS alla PaaS, dove i dati sono maggiormente gestiti dagli utenti.

ArcGIS Online è molto flessibile per poter soddisfare tutte le esigenze di sicurezza di un'organizzazione che, infatti, può decidere di condividere le proprie risorse solo privatamente o pubblicamente; così facendo, conserva il controllo dei propri dati, mentre si abbassano i costi delle infrastrutture e si arricchiscono gli utilizzatori e i clienti con contenuti abilitati per il Web e facili da gestire.

ESRI ha il compito di prendersi cura dei dati archiviati e consente che le applicazioni Web Desktop e "mobile" possano accedervi da ogni luogo tramite Internet, sempre che il proprietario dei dati lo consenta. Come risultato di tutto questo, si possono effettivamente trovare oltre 100.000 cartografie, dati e applicazioni pubblicate dalla comunità GIS. L'accesso ad ArcGIS Online avviene attraverso browser, dispositivi "mobile", visualizzatori e, ovviamente, con ArcGIS Desktop.

Considerazioni finali

Le caratteristiche principali del cloud computing riguardano dunque: l'utilizzo di risorse virtuali tramite accesso remoto via Internet, la scalabilità e infine la trasparenza dell'implementazione (cioè i dettagli tecnici dei servizi sono generalmente ininfluenti per l'utente



Fig. 7 – ArcGIS Online (<http://resources.arcgis.com/en/help/gettingstarted/articles/026n0000000v000000.htm>)

finale e la manutenzione dell'infrastruttura sottostante è a carico del fornitore). Si deve però ricordare che la scelta di utilizzo di una tecnologia cloud in vari ambiti, soprattutto da parte di un'azienda, va ben meditata e si debbono considerare tutti i possibili vantaggi e svantaggi.

Nella prima categoria si evidenziano i bassi costi di esercizio, l'accessibilità remota delle risorse di elaborazione (che offre la possibilità di poter lavorare da qualsiasi parte nel mondo), l'indipendenza dai dispositivi utilizzati, la diminuzione dei costi fissi per le risorse hardware, software, la loro gestione e la possibilità di incrementarle semplicemente on demand.

Nella seconda, invece, rientrano la continuità del servizio (i dati e l'elaborazione sono in balia dei provider del servizio e delle connessioni Internet utilizzate) e la sicurezza delle informazioni. Per quanto riguarda la sicurezza, occorre tener presente che i dati gestiti dal servizio cloud risiedono presso terzi e che quindi sono potenzialmente esposti a rischi di sottrazione, quando non di manipolazione. Per prevenire queste problematiche è opportuno analizzare con attenzione quali dati far risiedere nel cloud e come tutelarli, sia da un punto di vista tecnico che legale. Il discorso sulla continuità del servizio è legato sia all'affidabilità del servizio offerto dal provider sia alla robustezza della propria connessione Internet. Un potenziale disservizio potrebbe bloccare le attività dell'azienda con conseguente danno economico; il disservizio naturalmente può accadere, anche se le risorse di elaborazione sono interne all'azienda, ma il fatto di non poter controllare direttamente la situazione



Fig. 8 – Una finestra sul futuro (<http://www.esri.com>)

ha l'effetto psicologico di ingigantire il problema.

Anche in questo caso è opportuno tutelarsi contrattualmente o, in base alla criticità dei servizi, prevedere una ridondanza delle risorse di elaborazione remota e delle connessioni Internet. Comunque, non si deve sottovalutare il verificarsi di una certa resistenza al cambiamento e un'inerzia che deriva da sistemi e cultura acquisiti; il vecchio motto: "non cambiarlo se non è rotto", spesso ritarda, se non addirittura blocca, l'adozione di nuove tecnologie.

In questo senso, anche il futuro dei GIS nel cloud è una questione aperta e in fase di evoluzione, nonostante sia opinione diffusa che i GIS siano nati apposta per esistere nel cloud, dove possono raggiungere il loro massimo potenziale. Infatti, un GIS richiede una grande capacità di eseguire analisi spaziali, modellizzare e simulare, tutte funzioni che con il cloud possono essere potenziate e accelerate nella loro diffusione. I GIS possono trarre un

beneficio notevole dal cloud, perché sono resi più accessibili, più veloci da organizzare, più largamente disponibili e facili da utilizzare. In questo senso la rivoluzione offerta dal cloud diviene una tecnologia praticamente necessaria per il governo delle città di qualsiasi dimensione. Infine, citando le parole del presidente di ESRI, Jack Dangermond: "I GIS sono disponibili sul Web, attraverso browser e con smartphone; in questo modo sono più accessibili ed utilizzabili e si diffonderanno sempre più. Se si cercano particolari informazioni geografiche e si vogliono eseguire analisi specializzate, si può semplicemente utilizzare un telefono portatile".

La tecnologia cloud schiude quindi le porte verso un futuro ricco di eccitanti possibilità: sarà come aprire una finestra sul mondo e assistere allo spettacolo, che appare davanti ai nostri occhi, comodamente seduti a casa (Fig. 8).

Abstract

Cloud Computing and GIS

The aim of this article is to provide an overview about cloud computing which is increasingly growing and spreading in our lives and for sure will have remarkable impact on our future. This is also happening for GIS, where some decisions still have to be made about which services can be provided to the users, besides the online basemaps (vector and raster); meanwhile, ESRI has developed and is highly promoting ArcGIS Online.

Parole chiave

CLOUD COMPUTING; WEBGIS; ARCGIS.

Autori

LUIGI COLOMBO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI BERGAMO
LUIGI.COLOMBO@UNIBG.IT

BARBARA MARANA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI BERGAMO
BARBARA.MARANA@UNIBG.IT

Sitografia

- [HTTP://IT.WIKIPEDIA.ORG](http://it.wikipedia.org)
- [HTTP://WWW.ETICHETTA-WEB.IT](http://www.etichetta-web.it)
- [HTTP://WWW.NAVIGAWEB.NET](http://www.navigaweb.net)
- [HTTP://LINUXMIND-ITALIA.ORG](http://linuxmind-italia.org)
- [HTTP://WWW.ENTERTHECLOUD.IT/MERCATO](http://www.enterthecloud.it/mercato)
- [HTTP://WWW.BIMACADEMY.IT/GIS/](http://www.bimacademy.it/gis/)
- [HTTP://WWW.GISINFRASTRUTTURE.IT](http://www.gisinfrastrutture.it)
- [HTTP://WWW.REPUBBLICA.IT/ECONOMIA/AFFARI-E-FINANZA/](http://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/)
- [HTTP://WWW.PMI.IT/TECNOLOGIA/INFRASTRUTTURE-IT/](http://www.pmi.it/tecnologia/infrastrutture-it/)
- [HTTP://WWW.GISCLOUD.COM](http://www.giscloud.com)
- [HTTP://WWW.CLOUD.IT/HOME.ASPX](http://www.cloud.it/home.aspx)
- [HTTP://WWW.E-EDUCATION.PSU.EDU/CLOUDGIS/](http://www.e-education.psu.edu/cloudgis/)
- [HTTP://CSRC.NIST.GOV/PUBLICATIONS/NISTPUBS/800-145/SP800-145.PDF](http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf)
- [HTTP://WWW.TECHWEEKEUROPE.IT/NEWS/NEWS-INFRASTRUTTURA-IT/](http://www.techweekeurope.it/news/news-infrastruttura-it/)
- [HTTP://WWW.OLD.AZNS.IT/](http://www.old.azns.it/)
- [HTTP://WWW.ESRI.COM](http://www.esri.com)



**VENTO FREDDO.
TERRENO SCIVOLOSO.
UN SALTO DI 30 METRI.
IN POSTI COME QUESTI
SIAMO TOTALMENTE A
NOSTRO AGIO.**

Non importa dove si sta lavorando, il nuovo ricevitore Trimble R10 GNSS misura più velocemente e più facilmente che mai. Trimble R10 utilizza una bolla elettronica per una maggiore precisione e garanzia di qualità, mentre il suo più leggero, design più ergonomico rende quei lunghi giorni sul campo molto più facile. Inoltre, offre una lunga serie di nuove tecnologie delle quali presto non potrete più fare a meno. Il nuovo ricevitore Trimble R10. Perché non sei solo fuori a misurare confini, tu li stai spingendo. Guardate il nuovo Trimble R10 su trimble.com/R10showcase.

 **Trimble.**

