

AICA

Please export an up-to-date reference from  
<http://www.iet.unipi.it/m.cimino/pub>

# DIDAttica inforMATICa

"Se ascolto dimentico, se vedo ricordo, se faccio capisco"

**27<sup>a</sup> DIDAMATICA 2013**  
**Tecnologie e Metodi  
per la Didattica  
del Futuro**

# ATTI

**Pisa, 7-8-9 Maggio 2013**  
**Area della Ricerca CNR**



Organizzato da



AICA



Scuola Superiore  
Sant'Anna



Consiglio  
Nazionale delle  
Ricerche



Istituto di  
Informatica  
e Telematica



ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

In collaborazione con



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Atti del Convegno Didamatica 2013

**978-88-98091-10-2**

# Un sistema di lezioni a distanza basato su criteri di semplicità, efficienza ed economicità

Mario G.C.A. Cimino<sup>1</sup>, Riccardo D. Bettarini<sup>2</sup>,  
Graziano Frosini<sup>1</sup>, Fabio Benedetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa  
Largo Lucio Lazzarino 1, 56122 Pisa  
{m.cimino, g.frosini}@iet.unipi.it

<sup>2</sup>Istituto di Informatica e Telematica, CNR  
Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa  
{riccardo.bettarini, fabio.benedetti}@iit.cnr.it

*Il sistema di lezioni a distanza del Master in Tecnologie Internet dell'Università di Pisa è stato avviato nel 2009, con lo scopo di consentire agli studenti-lavoratori la fruizione delle lezioni teoriche in diretta e differita. Il sistema si caratterizza per essere di semplice impiego e gestione, per essere basato su software libero e su strumenti hardware dal costo molto contenuto, e per produrre registrazioni di alta qualità e con occupazione di spazio molto ridotta. Il presente articolo fornisce i principali elementi progettuali e implementativi per consentirne la messa in opera, nonché dei riscontri sperimentali relativi ad un impiego pluriennale.*

## 1. Motivazione e analisi dei requisiti

Nel Dicembre 2008 c'è stato un aumento notevole di studenti-lavoratori iscritti al Master in Tecnologie Internet dell'Università di Pisa [Master.IT 2013]. Si tratta di un Master nato nel 2003 rivolgendosi principalmente a persone laureate con il vecchio ordinamento e rimaste inoccupate, ma in seguito diventato di interesse crescente per i lavoratori. Esso è gestito dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione [UNIPI-DII 2013] nell'ambito di una convenzione con l'Istituto di Informatica e Telematica dell'Area di Ricerca del CNR di Pisa [CNR-IIT 2013], e con il patrocinio del Registro.IT.

In previsione di orientarsi verso la categoria dei lavoratori negli anni a venire, nel 2008 è stato deciso di mettere in opera un sistema informatico per le lezioni a distanza, specificatamente finalizzato alla fruizione in diretta e differita delle lezioni. È nata quindi l'esigenza di poter gestire strumenti software e hardware in tempi rapidi, tenendo conto delle limitate risorse umane a disposizione, e facendo in modo che tale rapidità di attivazione non possa venire a scapito della qualità e dell'efficienza. In quella occasione i principali "desiderata" del sistema, stabiliti dal Consiglio del Master a seguito di interviste a studenti e docenti, sono stati i seguenti.

- (i) Il sistema deve funzionare solo per le lezioni teoriche, dal momento che le attività di laboratorio richiedono la presenza fisica.

- (ii) Il sistema deve essere quasi invisibile per i docenti, che devono poter continuare a svolgere le lezioni rivolgendosi agli studenti presenti in classe. Per questo motivo sono escluse forme comunicazione interattiva con gli studenti a distanza, quali ad esempio la chat.
- (iii) Il sistema deve consentire una fruizione in diretta affidabile e fluida, resa possibile con una normale connessione adsl e un normale portatile con connessione wi-fi.
- (iv) Il sistema deve consentire una registrazione delle lezioni molto efficiente, con file di dimensioni contenute. Ciò al fine di consentire il download intero delle registrazioni anche su dispositivi con risorse hardware limitate, come netbook e tablet, e al fine di poter successivamente vedere le registrazioni anche in assenza di connessione (ad esempio durante viaggi in treno).
- (v) Il sistema deve richiedere il minimo impegno di gestione, svolgendo le operazioni in modo quasi del tutto automatizzato.
- (vi) Il sistema deve basarsi su software libero, sia lato client sia lato server.
- (vii) Il sistema deve basarsi su strumenti hardware dai costi contenuti.

Da una prima analisi dei requisiti, e da prime prove sperimentali svolte con studenti e docenti [Cavalli et al. 2010][Di Lecce et al. 2010], sono emerse le seguenti caratteristiche che il sistema dovrebbe avere.

- (a) Registrare lo **schermo** della postazione docente, e la **voce** del docente, escludendo registrazioni del volto del medesimo. In tal modo il video è sintetico, ossia non composto da acquisizione di immagini ambientali. Tale caratteristica consente notevole efficienza nella trasmissione e nella registrazione del video. Infatti, molti docenti basano le lezioni teoriche su lucidi o su testo scritto alla lavagna, ad avanzamento molto lento rispetto a un video tradizionale.
- (b) Basare l'acquisizione della voce su un microfono wireless ad alta efficienza energetica e alta qualità di trasmissione, e quasi invisibile per il docente, considerate le numerose ore di lezione.
- (c) Sostituire la lavagna con qualcosa di molto simile, come la scrittura su carta tramite penna a inchiostro. In questo contesto le tavolette grafiche sono state subito escluse, dal momento che richiedono una certa perizia nello scrivere guardando lo schermo. Anche gli schermi touch sono stati esclusi, sia per il radicale cambiamento che portano nelle abitudini del docente, rispetto allo scrivere su carta, sia per il maggiore costo.

Da una prima indagine sugli strumenti integrati già esistenti in commercio, è emerso che essi hanno una manutenzione non indifferente (ad esempio, in termini di account, di iscrizione ai corsi, ecc.), forniscono un pacchetto di servizi non decomponibili (tipicamente condivisione desktop, condivisione documenti, webcam, chat room, e così via) la cui gestione è improponibile per il docente. Difatti, il docente desidera poter continuare a svolgere la lezione in modo convenzionale. Inoltre, essendo strumenti integrati, non è possibile poter configurare parametri critici quali ad esempio il codec video e il protocollo di streaming, e per questo possono esserci problemi di efficienza e affidabilità di trasmissione. È stato deciso pertanto di partire "dal basso" fissando i protocolli di

trasmissione più efficienti, e integrando diversi prodotti in modo da realizzare un sistema che svolge esclusivamente le funzionalità richieste. Nella prossima sezione forniremo la soluzione, completa di tutte le caratteristiche hardware e software, che viene ancora oggi adoperata [Masterit 2013].

## 2. Visione d'insieme

La fruizione delle lezioni a distanza (in tempo reale o registrate) nel Master si basa su software di acquisizione continua dello schermo del PC docente, e dell'audio annesso. Pertanto, si suppone che il docente parli costantemente a un microfono, e svolga la lezione tramite presentazioni in formato elettronico. In particolare, per illustrare in modo interattivo le proprie spiegazioni egli può tracciare dei disegni a mano libera, adoperando una opportuna penna digitale.

La Fig. 1 schematizza quanto descritto. Il docente (nell'edificio di destra) presenta la propria lezione su slide in formato elettronico, con l'ausilio di microfono e penna digitale. Alcuni studenti assistono alla lezione direttamente in aula. Altri studenti (in alto a sinistra in figura), in contemporanea, ricevono in streaming l'audio e video del PC docente. In parallelo, viene registrato un video di quanto trasmesso in streaming. A fine giornata, tale video viene trasferito su un web server (indicato come "www" in figura), in modo che altri studenti (in basso a sinistra) potranno successivamente scaricarlo e visionarlo.

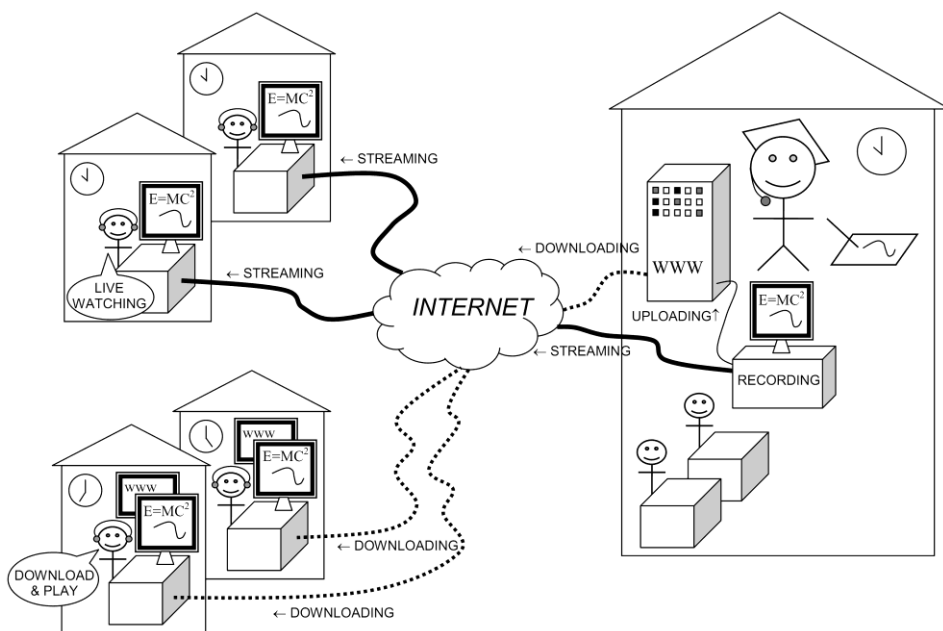


Fig. 1 – Lezioni a distanza, visione d'insieme

### 3. Applicazioni e strumenti per studenti e docenti

Presentiamo brevemente gli strumenti software che studenti e docenti devono impiegare.

Il software di registrazione delle lezioni, **CamStudio** [Camstudio 2013], è adoperato esclusivamente dal docente, e si presenta con una interfaccia estremamente semplice, basata su tre pulsanti (start/pause/stop). La registrazione viene salvata in forma di file avi, con opportuni formati video e audio ottimizzati per avere dimensioni contenute. Per produrre registrazioni di dimensione ridotta, lo schermo viene settato con risoluzione e profondità minima. Al termine della giornata, uno script comprime i file in formato **RAR**, li rinomina in accordo a un formato prestabilito, e li trasferisce su un web server. Sul web server, una pagina html statica è predisposta a inizio del ciclo di lezioni per poter collegare tutti i file video che saranno man mano prodotti.

Per la fruizione in diretta ci sono due diversi software da usare, che non richiedono alcuna gestione da parte del docente. Essi sono **RealVNC** [RealVNC 2013] per l'accesso allo schermo del PC docente, e **VLC Media Player** [Videolan 2013] per l'accesso all'audio del PC docente. Il docente possiede un microfono da bavero a radiofrequenza, facente parte di un kit Audio Technica [Audio Technica 2013]. Il kit è composto da un trasmettitore body pack con microfono lavalier a condensatore e un ricevitore fisso true diversity con cavo jack 2 mt per il collegamento del ricevitore al computer (ingresso della scheda audio). Il costo approssimativo del kit è di circa 350 Euro. La durata batterie del trasmettitore è di nove ore circa. Le batterie sono normali pile AA ricaricabili in 12 ore circa. Sono state sperimentate anche soluzioni basate su microfoni con trasmettitore bluetooth e ricevitore bluetooth-USB, che non hanno la affidabilità, la qualità e la autonomia necessaria, oltre a rendere la registrazione più impegnativa per il computer (la porta USB non è una porta dedicata, come l'ingresso della scheda audio).

Lo studente che intende connettersi in diretta dovrà adoperare le medesime applicazioni in configurazione client: RealVNC e VLC Media Player.

Per visualizzare i video delle lezioni in differita, è possibile adoperare un qualsiasi player video, una volta installato il CamStudio codec sul proprio PC. I player più affidabili per il codec scelto risultano, nell'ordine, **SMPlayer**, VLC Media Player, e Windows Media Player.

I docenti che intendono annotare le proprie presentazioni o disegnare come su una lavagna, adoperano la penna **E-pens** [E-pens 2013]. Si tratta di una penna a inchiostro comune (costo ricarica pochi euro, e durata pluriennale) e comuni batterie da orologio V392 (del costo di alcuni euro, con durata di qualche mese). Abbinata alla penna c'è una pinza ricevente detta unità base, che cattura in tempo reale ciò che si scrive sul foglio e lo trasmette via cavo USB. Il costo della penna è inferiore a 100 Euro. La Fig. 2 mostra un fotogramma di lezione registrata durante l'impiego della penna digitale.

In conclusione, il costo complessivo degli strumenti hardware si aggira attorno a **450 Euro** complessive.

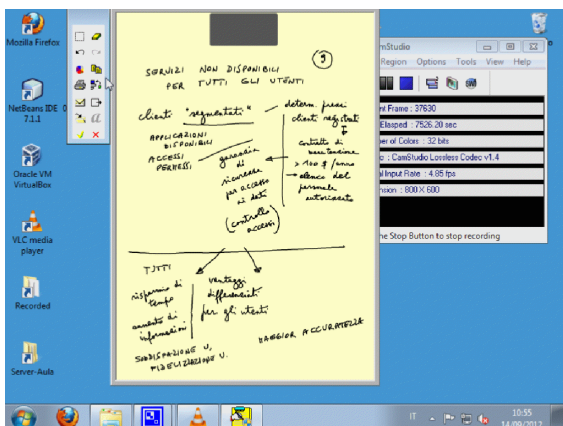


Fig. 2 – Esempio di lezione registrata con impiego di penna digitale

## 4. Configurazione del sistema

Nella presente sezione sono indicati tutti i settaggi adoperati nel sistema. Essi sono frutto di sperimentazione accurata svolta presso il CNR-IIT, dove si svolgono le lezioni del Master. Prima però di esporre i settaggi, nella seguente sottosezione saranno motivati alcuni parametri fondamentali.

### 4.1 Principali motivazioni sulla scelta dei parametri

#### 4.1.1 Video e audio registrato

Nel software di registrazione, CamStudio, è possibile adoperare vari codec video. Usualmente per video ottenuti da acquisizioni ambientali, i codec migliori adottano tecniche di compressioni lossy (a perdita di informazione) in modo da poter ridurre i dati necessari da trasmettere. Nel caso di video sintetici molto lenti, ossia composti da immagini generate sinteticamente, CamStudio.org ha realizzato un codec lossless (senza perdita di informazione), con un algoritmo di compressione noto come LZO (Lempel–Ziv–Oberhumer). Il video viene inoltre acquisito e riprodotto con un frame rate di soli 5 fotogrammi al secondo, sufficiente a catturare con fluidità i movimenti del mouse e della penna. Poiché lo sfondo del video è spesso statico, i video così prodotti e codificati sono ulteriormente comprimibili tramite la codifica di compressione RAR, diventando da un terzo a un quarto delle dimensioni di partenza. Si noti infine che, essendo una registrazione full screen, è importante diminuire risoluzione e profondità dello schermo a 800x600 e 16 bit, rispettivamente.

Formati audio compressi, come mp3, producono una leggera desincronizzazione tra audio e video. Per questo motivo l'audio non è compresso, ma semplicemente sottocampionato. Difatti, la voce umana nel dialogo (quindi, non nel canto) può essere campionata con frequenza 11 kHz, mono, e profondità 16-bit per campione. Il formato adottato è PCM (21 kbit/s),

ossia con campionamento regolare a intervalli uniformi, e campione quantizzato al valore più vicino in una scala digitale.

#### 4.1.2 Video e audio in diretta

Nel software di accesso video in diretta, VNC viewer, è possibile adottare la codifica dello schermo ZRLE, che sta per Zlib1 Run-Length Encoding, e combina zlib compression e altre tecniche, quali tiling, palettisation e run-length encoding. In sostanza l'area dello schermo è divisa in rettangoli. Ogni rettangolo inizia con un campo di 4 byte, ed è seguito da tanti byte di dati compressi con zlib. Un singolo stream "oggetto zlib" è adoperato per una data connessione di protocollo RFB ("Remote framebuffer", protocollo di accesso remoto a interfacce grafiche), in modo che i rettangoli ZRLE devono essere codificati e decodificati strettamente in ordine. In VNC viewer è anche possibile ridurre il numero di colori, e questo consente di ricevere meno informazione e quindi di mantenere un aggiornamento in tempo reale sul client, anche nel caso di connessione con banda ridotta.

Similmente al caso della registrazione audio, anche nel caso della trasmissione audio in diretta si è adottato un basso campionamento (32 kbit/s, mono canale), con formato contenitore MPEG Audio.

## 4.2 Operazioni e settaggi nella installazione PC docente

### 4.2.1 CamStudio

1. Scaricare CamStudio, e installarlo con le opzioni predefinite.
2. Scaricare CamStudioCodec, e installarlo con le opzioni predefinite.
3. Settare lo schermo del PC a risoluzione 800x600 e profondità 16 bit.
4. Menu Region → Full Screen.
5. Menu Options → Video Options → CamStudio Lossless Codec v1.4;
  - Quality: 1 → Configure: LZ0, level 9;
  - Set Key Frames Every 200 frames;
  - Capture Frames Every 200 milliseconds;
  - Playback Rate 5 frames/second.
6. Menu Options → record audio from microphone;
  - Audio Options → Audio Options for Microphone;
  - Recording Format: 11,025 kHz, mono, 16-bit;
  - Choose Compressed Format → PCM (21 kbit/s);
  - Togliere la spunta Interleaving;
  - NON scegliere MCI (impedisce la compressione audio).
7. Menu Options → Program Options;
  - Play AVI file when recording stops; → Do not play AVI file
  - Temporary directory for recording;
    - Use user specified directory...;
  - Recording Thread Priority; → Time Critical;
  - Name of AVI file → Automatic file naming;
8. Menu View → Compact view.



#### 4.2.2 VNC Server

9. Scaricare VNC Server, e installarlo con le opzioni predefinite.

10. Tasto destro sull'icona VNC sulla barra di windows;
  - Options...; → Authentication;
  - VNC Password Authentication; → Configure;
  - Inputs → togliere tutte le selezioni;
  - Sharing → Always treat new connections as shared;
  - Desktop → Remove wallpaper, background pattern;
    - Disable UI effects selezionati.

#### 4.2.3 VLC Media Player

11. Scaricare VLC media Player, e installarlo con le opzioni predefinite.

12. Media → Apri dispositivo di acquisizione;
  - Nome del dispositivo video: nessuno;
  - Nome del dispositivo audio: <scheda audio>;
  - Opzioni Avanzate: valore cache in ms : 50;
  - Mostra altre opzioni: cache: 50 ms;
  - <cliccare sulla freccia in basso accanto a Play>;
  - Flusso → HTTP Indirizzo: <indirizzo IP server> Porta:8082;
  - Incapsulazione: MPEG-TS;
  - Codifica Audio: audio -> MPEG Audio, 32 kbit/s, canali: 1;
  - Mantenere aperto stream output;
  - Clicca su STREAM.

### 4.3 Operazioni e settaggi e Installazione PC studente

#### 4.3.1 VNC Viewer

13. Scaricare VNC Viewer ed eseguirlo.
14. Cliccare su Options, togliere la selezione in Auto select (ZRLE), scegliere Low color level (64 colors).
15. Passare alla scheda Inputs, e togliere tutte le selezioni → OK.
16. Digitare su Server: <indirizzo ip server>.

#### 4.3.2 VLC Media Player

17. Scaricare VLC Media Player e installarlo con le opzioni predefinite.
18. Menu Media → Apri rete;
  - Protocollo: http; → Indirizzo: <indirizzo ip>:8082;
  - Mostra altre opzioni → Cache:50ms.
19. → Play.

#### 4.3.3 Tight VNC (alternativa a 4.3.1)

20. Scaricare Tight VNC in versione java, VncViewer.jar.
21. Da shell digitare:
  - java -classpath ./VncViewer.jar VncViewer HOST <ind. ip> PORT 5900.
22. Options, Encoding: ZRLE, Restricted colors: Yes, View only: Yes.

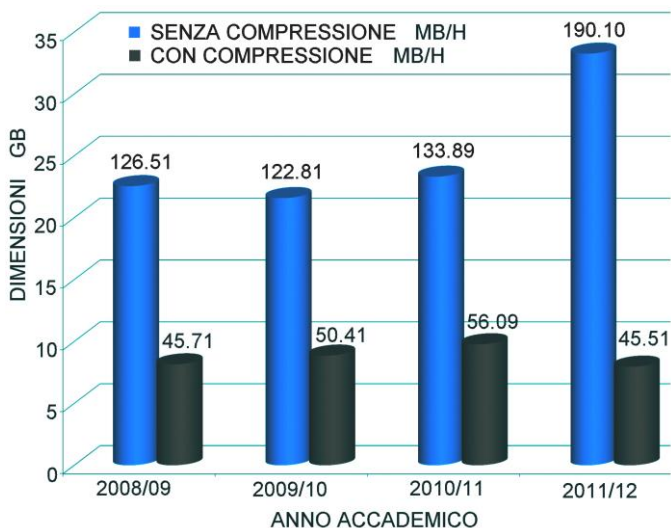
## 5. Valutazione delle prestazioni del sistema

Sin dagli inizi della sua applicazione, il sistema di lezioni a distanza è stato oggetto di accurato monitoraggio [Impedovo et al. 2010]. La Tab. 1 mostra le principali caratteristiche dei video registrati, nel periodo 2008-2012. In particolare, sono state svolte in media: circa 90 lezioni annue (II colonna), corrispondenti a 180 ore annue (III colonna), per un totale di 25782 MB (non compressi, IV colonna), ossia solo 8893 MB compressi (V colonna). Ciò significa che **un intero anno di registrazione del Master entra in due normali DVD**. Le ultime due colonne riguardano i MB (non compressi e compressi) per ora di registrazione: solo **49 MB per ora** nel caso di dati compressi, con un rapporto di circa un terzo rispetto ai dati non compressi.

**Tab. 1 – Principali caratteristiche dei video registrati, dal 2008 al 2012.**

A.A.	N. LEZ	HH LEZ.	TOT MB	TOT MB RAR	MB/HH	MB RAR/HH
2008/09	88	182.50	23088.82	8342.68	126.51	45.71
2009/10	94	180.00	22105.61	9073.65	122.81	50.41
2010/11	93	178.33	23875.75	10002.53	133.89	56.09
2011/12	86	179.17	34059.47	8153.88	190.10	45.51
<b>MEDIA</b>	<b>90.25</b>	<b>180.00</b>	<b>25782.41</b>	<b>8893.19</b>	<b>143.33</b>	<b>49.43</b>

La Fig. 3 evidenzia in modo tangibile l'efficienza della compressione RAR, visualizzando, anno per anno, le dimensioni complessive (in GB) dei dati compressi (in nero) e non compressi (in blu). Sopra ogni colonna, vengono altresì mostrati i MB per ora. È degno di nota, e di possibili investigazioni, il fatto che nell'ultimo anno ci sia stato un aumento considerevole della occupazione totale dei dati registrati (attorno a 35 GB), al quale però non corrisponde un aumento dei dati compressi.



**Fig. 3 – Andamento del rapporto di compressione su quattro anni**

Le Fig. 4 e 5 mostrano l'andamento dei download delle lezioni nel primo periodo del 2012. In particolare, dalla Fig. 4 si può notare come il servizio risulti regolarmente fruito dagli studenti, con sessioni molto brevi, di 3.5 minuti in media, come risulta dalla Fig. 5. Andamenti simili sono stati riscontrati negli anni precedenti, con numero di lavoratori variabili tra venti e trenta studenti. Per tale motivo il server web può girare su una macchina virtuale molto modesta.

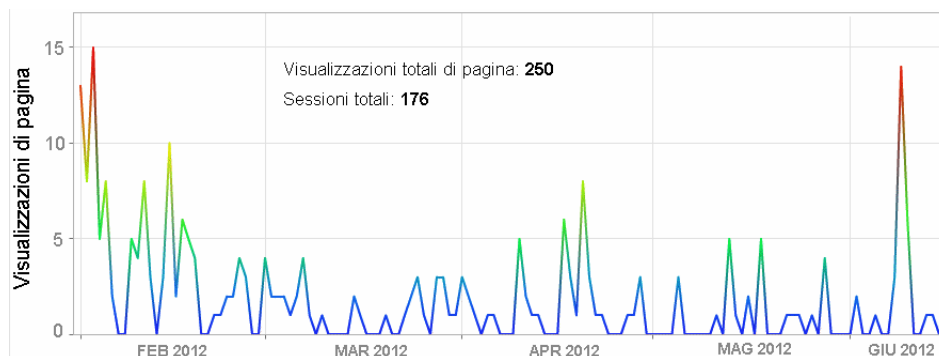


Fig. 4 – Andamento degli accessi nel primo periodo del 2012

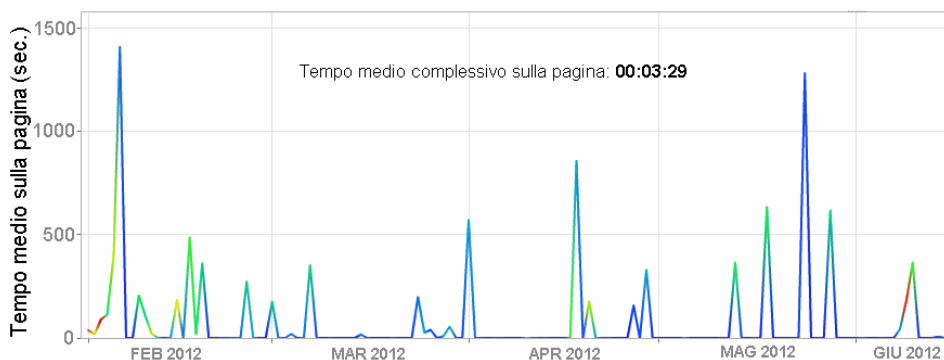
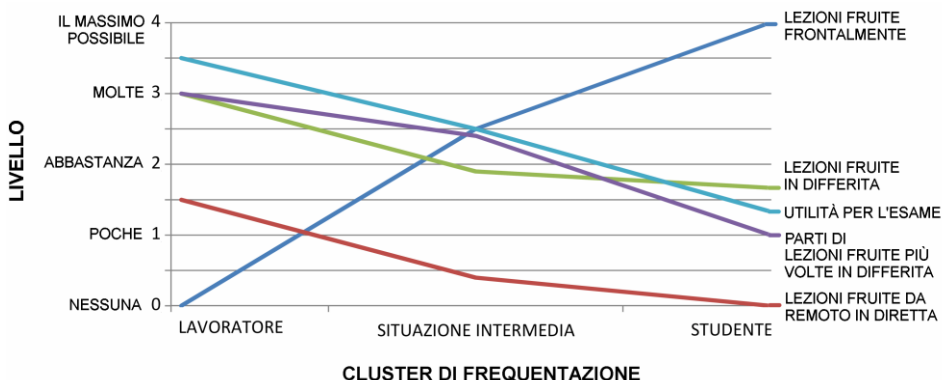


Fig. 5 – Tempo medio di permanenza sulla pagina nel primo periodo del 2012

Mentre l'accesso alle registrazioni avviene da parte della totalità degli studenti-lavoratori, l'accesso in diretta avviene da parte di pochi studenti, mai più di cinque, sovente diversi giorno per giorno. Per tale motivo è stato sufficiente adoperare un normale personal computer come postazione docente. La Fig. 6 caratterizza due indicatori importanti dal punto di vista didattico: la **penetrazione** e la **prestazione didattica**, che misurano il livello di adozione della soluzione a distanza e il grado di utilità ai fini del superamento dell'esame. I dati sono stati ottenuti tramite un questionario con cinque domande (riassunte a destra in figura) a risposta singola su scala a cinque valori (rappresentati a sinistra in figura, sull'asse delle ordinate). Sono stati creati tre cluster sulla base della frequentazione delle lezioni (dato ricavabile dalla prima domanda), e per ogni cluster è stato calcolato e rappresentato solo il valor medio: i) i lavoratori (a

sinistra) quasi mai presenti alle lezioni teoriche; ii) gli studenti (a destra) di solito presenti; iii) un cluster di persone in situazione intermedia (al centro) comprendente principalmente lavoratori part-time e studenti fuori sede. In figura, i cluster sono rappresentati sull'asse delle ascisse.



**Fig. 6 – Penetrazione e prestazione didattica del sistema**

I risultati mostrano chiaramente che, al diminuire del livello di frequentazione (curva blu: lezioni fruite frontalmente) si alzano sia il livello di prestazione (curva azzurra: utilità dello strumento per il superamento dell'esame) che di penetrazione (le tre curve rimanenti). Il servizio con maggiore penetrazione è quello delle lezioni in differita, fruite in due diverse modalità: i) integralmente, quale primo studio (curva verde); ii) parzialmente, su specifiche parti del programma (curva viola), quale ulteriore ripasso o approfondimento. È importante precisare che anche i lavoratori hanno un minimo obbligo di frequenza (variabile a seconda dell'anno accademico) e pertanto non hanno la necessità di fruire da remoto di tutte le lezioni. Il servizio con minore penetrazione è quello delle lezioni fruite da remoto e in diretta (curva rossa). Al tal proposito, occorre precisare che gli argomenti svolti alle lezioni teoriche sono ripresi nelle esercitazioni di laboratorio della settimana successiva. Pertanto per il lavoratore non c'è l'effettiva esigenza di fruire in tempo reale di una data lezione teorica, avendo tutto il tempo per farlo. In generale, la fruizione da remoto e in diretta viene adoperata occasionalmente da chi non può essere fisicamente presente in aula per circostanze particolari, ma intende comunque dedicare quelle ore e non altre allo studio della teoria.

## 6. Conclusioni

L'articolo illustra un sistema di lezioni a distanza realizzato per favorire l'ingresso di studenti-lavoratori all'interno del Master in tecnologie Internet dell'Università di Pisa, e adoperato con successo sin dal 2009. Il sistema ha alcune proprietà che lo rendono applicabile in una situazione di genere, quella universitaria e scolastica, caratterizzata da limitate risorse umane a disposizione per la gestione e limitata possibilità di spesa. La progettazione del sistema si

ispira a criteri di semplicità ed efficienza. Inoltre, con un costo complessivo dell'hardware attorno a 450 Euro, e con prodotti software interamente open source (GPL), il sistema persegue anche criteri di economicità. Dati sperimentali raccolti su un impiego pluriennale dimostrano il costante utilizzo e la efficienza di registrazione: in media 49.4 MB di spazio disco per ora di registrazione. Infine, il sistema mostra un ottimo livello di penetrazione e prestazione in termini didattici sia tra i lavoratori sia tra gli studenti. Su richiesta, è possibile accedere al sistema all'indirizzo [Masterit 2013] e scaricare dei video dell'anno corrente.

## Bibliografia

[Audio Technica 2013], Microfono e Trasmettitore RF, Audio Technica ATW2110P3 with MT838CW, <http://www.audio-technica.com>, Marzo 2013.

[Camstudio 2013] CamStudio, free streaming video desktop capture software, <http://camstudio.org>, software rilasciato con licenza GPL, Marzo 2013.

[Cavalli et al 2010] Cavalli E., Iovino D., Lorenzi A., Progettazione e sviluppo di contenuti efficaci per l'e-learning, in A. Andronico, L. Colazzo (Eds.): DIDAMATICA 2010, ISBN 978-88-8443-277-3, <http://didamatica2010.di.uniroma1.it>

[CNR-IIT 2013] Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Informatica e Telematica, area della ricerca di Pisa, <http://www.iit.cnr.it/>, Marzo 2013.

[Di Lecce et al. 2010] Di Lecce V., Giove A., Quarto A., Calienno R., E-learning Tool nella misura dei processi di formazione, in A. Andronico, L. Colazzo (Eds.): DIDAMATICA 2010, ISBN 978-88-8443-277-3, <http://didamatica2010.di.uniroma1.it>

[UNIPI-DII 2013] Dip. di Ing. dell'Informazione, Università di Pisa, <http://dip.iet.unipi.it>.

[E-pens 2013] e-pens, high definition ink and digital pen, <http://www.e-pens.com>, Marzo 2013.

[Impedovo et al. 2010] Impedovo D., Modugno R., Pirlo G., Stasolla E., Una Strategia per la Valutazione Continua di Attività di e-Learning, in A. Andronico, L. Colazzo (Eds.): DIDAMATICA 2010, ISBN 978-88-8443-277-3, <http://didamatica2010.di.uniroma1.it>

[Masterit 2013] Masterit, Strumenti per le lezioni a distanza, Master di I livello in tecnologie Internet, <http://masterit.iet.unipi.it>, Marzo 2013

[Master.IT 2013] Master di I livello in Tecnologie Internet, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa, <http://www.ing.unipi.it/master.it>, Marzo 2013.

[RealVnc 2013] RealVNC, remote access software for desktop and mobile platforms, <http://realvnc.com>, software rilasciato con licenza GPL, Marzo 2013.

[SMPlayer 2013] SMPlayer, a free media player with built-in codecs, <http://smplayer.sourceforge.net>, software rilasciato con licenza GPL, disponibile per Windows, e GNU/Linux, Marzo 2013.

[TightVNC 2013] TightVNC, Remote Desktop Software, <http://tightvnc.com>, GPL, disponibile per Windows, GNU/Linux e Mac OS X, Marzo 2013.

[Videolan 2013] VLC Media Player, <http://www.videolan.org>, software rilasciato con licenza GPL, anche per GNU/Linux e Mac OS X, Marzo 2013.