



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA  
*SEDE DI CREMA*

GUIDA  
AI **CORSI DI LAUREA**  
TRIENNALE E MAGISTRALE  
DELLE CLASSI

**INFORMATICA**  
**E**  
**SICUREZZA INFORMATICA**

A CREMA

Anno Accademico 2014/2015



**N.B. SI RICORDA CHE LA PRESENTE GUIDA DELLO STUDENTE È UN SUPPORTO INFORMATIVO CHE NON SOSTITUISCE IN ALCUN MODO I DOCUMENTI UFFICIALI (ORDINAMENTO DIDATTICO, REGOLAMENTO DIDATTICO, MANIFESTO DIDATTICO) APPROVATI DAGLI ORGANI ACCADEMICI E DISPONIBILI SUI SITI WEB DI ATENEО, CHE COSTITUISCONO A TUTTI GLI EFFETTI L'UNICA NORMATIVA VIGENTE. UNA COPIA AGGIORNATA DELLA PRESENTE GUIDA È DISPONIBILE SUL SITO DEL DIPARTIMENTO DI INFORMATICA – SEDE DI CREMA ([HTTP://CREMA.DI.UNIMI.IT](http://crema.di.unimi.it)).**

## INDICE

Informazioni generali	1
Scadenze	5
Offerta didattica	9
Laurea Triennale in Informatica	15
Laurea Triennale in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche	27
Master Degree in Informatics	41
Laurea Magistrale in Sicurezza Informatica	53
Programmi degli insegnamenti	65

# **INFORMAZIONI GENERALI**

## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO - SEDE DI CREMA

### LA STORIA DELLA SEDE DI CREMA

L'Università degli Studi di Milano – Sede di Crema è il risultato di un progetto partito nel 1987 con la richiesta – da parte del Comune di Crema e dell'Amministrazione Provinciale di Cremona all'Università degli Studi di Milano – dell'istituzione a Crema di un Corso di Laurea in discipline informatiche.

Realizzata mediante la ristrutturazione di uno degli edifici precedentemente di proprietà della Società Olivetti – sito in Via Bramante 65 – la Sede di Crema è stata inaugurata ufficialmente il 12 Dicembre 1996, anche se già da più di un anno le attività didattiche del Corso di Laurea in Informatica si svolgevano presso una sede provvisoria. Dal 1° gennaio 2001 la Sede di Crema ha ospitato il Dipartimento di Tecnologie dell'Informazione dell'Università degli Studi di Milano, che dall'aprile 2012 è confluito nel Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Milano, ed è sede di corsi di Laurea Triennale e Magistrale delle Classi Informatica e Sicurezza Informatica.

### IL DIPARTIMENTO INFORMATICA – SEDE DI CREMA

Il Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Milano (<http://www.di.unimi.it>) è stato istituito il 27 aprile 2012 a seguito dell'entrata in vigore del nuovo Statuto universitario, entrato in vigore l'11 aprile 2012, che stabilisce che i Dipartimenti siano le strutture organizzative di base dell'Università. Le funzioni dei Dipartimenti – modificate dalla legge 240 del 2010 – prevedono infatti oltre al tradizionale svolgimento della ricerca scientifica e delle attività rivolte all'esterno, anche le attività didattiche e formative.

Presso la Sede di Crema del Dipartimento di Informatica svolgono la propria attività ventidue docenti che coprono diverse tematiche di ricerca e didattica dell'area informatica. Il corpo docente è affiancato da collaboratori, assegnisti e dottorandi che prestano la loro attività all'interno dei laboratori di ricerca.

### L'ASSOCIAZIONE CREMASCA STUDI UNIVERSITARI

L'Associazione Cremasca Studi Universitari, costituita nel Marzo 1995 con una convenzione fra l'Università degli Studi di Milano, il Comune di Crema e la Provincia di Cremona, ha come scopi statuari quelli di: favorire l'accesso all'istruzione universitaria della popolazione studentesca della Provincia di Cremona, fornire servizi e strutture di assistenza tecnico-scientifica agli studenti, sviluppare il rapporto di collaborazione con il sistema economico e l'Università, promuovere iniziative di formazione parallela ad integrazione della formazione universitaria, favorire insediamenti di ricerca, curare azioni di promozione pubblicitaria delle iniziative dell'Associazione stessa.

Soci effettivi dell'Associazione sono l'amministrazione provinciale di Cremona, il Comune di Crema, la Camera di Commercio di Cremona, la Banca Popolare di Crema, la Banca di Credito Cooperativo di Crema, la Libera Associazione Artigiani di Crema, l'Associazione Industriali di Cremona, l'Associazione Autonoma degli Artigiani Cremaschi, la Ditta Ing. C. Olivetti S.p.A., l'Associazione Commercianti e Ausiliari del Commercio di Crema e circondario, la Banca del Monte di Milano.

### IL CONSORZIO CREMARICERCHE

Il Consorzio CremaRicerche, costituito nel 2000, ha il preciso mandato di costituire l'organo di supporto all'interazione fra la Sede di Crema e le realtà aziendali del territorio, al fine di favorire il trasferimento tecnologico, la creazione di impresa, la disseminazione della conoscenza. Il Consorzio fornisce agli studenti della sede di Crema interessanti prospettive di un sempre maggiore raccordo fra formazione universitaria e attività professionale e imprenditoriale.

### INFRASTRUTTURE DIDATTICHE ALLA SEDE DI CREMA

L'edificio che ospita la sede dell'Università degli Studi di Milano - Sede di Crema sorge nell'ex comprensorio Olivetti, che occupa complessivamente una superficie coperta di 12800 m<sup>2</sup> cui si aggiungono

10000 m<sup>2</sup> destinati a giardino e parcheggio. L'edificio è composto da due immobili, la sede storica e la nuova sede adiacente alla storica, entrambi con una superficie di circa 6400 m<sup>2</sup>. La nuova sede è stata completamente ristrutturata ed è entrata in funzione a pieno regime a partire dall'anno accademico 2012/2013. L'area didattica della sede comprende un'aula magna da 444 posti e altre 7 aule per un totale di 540 posti.

Ogni aula della sede di Crema è dotata di collegamento alla rete di Ateneo e alla rete Internet, di lavagna luminosa, di Personal Computer con video proiettore e software per teledidattica, di impianto di amplificazione collegabile in rete. L'intera struttura è coperta da collegamento di rete WiFi.

Nella sede sono presenti 9 laboratori didattici informatizzati per un totale di 122 posti lavoro a Personal Computer oltre a una sala macchine e spazi di espansione per la nascita di futuri laboratori.

I laboratori didattici sono utilizzati per le esercitazioni dei diversi insegnamenti dei Corsi di Studio. A ciascuno studente è assegnato un accesso personale (account) alla rete della Sede di Crema, che gli consente di utilizzare le risorse dei laboratori didattici e l'accesso alla rete Internet per tutta la durata degli studi. Gli studenti del corso di laurea on-line hanno a disposizione dei laboratori virtuali e le attività didattiche che prevedono l'uso dei laboratori sono replicate in ambiente virtuale.

Inoltre, la nuova sede mette a disposizione degli studenti nuove risorse, nuove aule, nuove attrezzature e nuovi laboratori che aiutano a migliorare lo studio e l'apprendimento dei concetti e delle tecnologie analizzate durante i corsi di laurea, e fornisce spazi per incubatori di impresa che rendono la sede di Crema un vettore preferenziale per la ricerca e per lo sviluppo di sistemi informatici per il territorio.

## **I LABORATORI DI RICERCA**

I laboratori di ricerca sono destinati allo studio e alla sperimentazione di soluzioni innovative. I laboratori ospitano ricerche nelle varie aree dell'informatica in congiunzione con progetti a livello nazionale e internazionale in cui è impegnato il Dipartimento di Informatica. I laboratori prevedono la partecipazione attiva degli studenti e costituiscono per loro un'importante opportunità di contatto con iniziative di ricerca e sviluppo a livello avanzato e con lo stato dell'arte tecnologico.

## **IL SISTEMA INFORMATIVO DELLA SEDE DI CREMA**

Dato il forte successo della multimedialità negli ultimi anni, la nascita dell'Università degli Studi di Milano – Sede di Crema è stata l'occasione per progettare tutte le strutture di calcolo e telecomunicazione volte a gestire materiale audio e video. A partire dalle piattaforme hardware per finire alla struttura di rete locale, tutto è stato progettato per la gestione di *stream* audio e video, utilizzando tecnologie adeguate al trasferimento a larga banda.

La cablatura dell'edificio è caratterizzata da tre punti nevralgici, raccordati con un *backbone* in fibra ottica.

## **LA BIBLIOTECA DELLA SEDE DI CREMA**

La Biblioteca della sede di Crema è una istituzione scientifica specializzata nella documentazione (cartacea ed elettronica) relativa all'Informatica e all'Information and Communication Technology (ICT).

E' una struttura decentrata della Biblioteca di Informatica dell'Università degli Studi di Milano che consente l'accesso a:

- 6000 volumi disponibili per il prestito a domicilio e la consultazione in sede;
- 10.000 periodici elettronici dei maggiori editori scientifici internazionali;
- 170 banche dati bibliografiche inerenti a tutte le aree scientifico-disciplinari.

La Biblioteca ha i seguenti orari di apertura:

- tutti i servizi al pubblico, dal lunedì al venerdì: 9.00-13.00, 14.00-17.15,
- sala lettura da 150 posti, dal lunedì al venerdì: 9.00-19.00.

Gli utenti della biblioteca (studenti, docenti, ricercatori), oltre ai servizi di consultazione e prestito di materiale cartaceo (anche interbibliotecario), possono usufruire di un servizio comprensivo di consultazione

### *Informazioni generali*

on-line di banche dati e dei cataloghi di libri e di periodici, completo quest'ultimo non solo di informazioni catalografiche, ma anche di indici delle riviste, testo e immagini degli articoli. I cataloghi della biblioteca sono anche disponibili via Web agli utenti esterni per la sola consultazione.

### **ULTERIORI SERVIZI AGLI STUDENTI**

Presso la Segreteria Studenti della sede di Crema è inoltre possibile accedere ai seguenti servizi:

- **Servizi carriera studente** (immatricolazioni, trasferimenti, certificazioni e tutte le pratiche legate alla carriera degli studenti);
- **Sportello ISU** (orientamento, borse di studio, tessere mensa, ecc.).



# **SCADENZE**

## PRINCIPALI SCADENZE

### IMMATRICOLAZIONI

Dall'anno accademico 2014/15, i corsi di laurea triennale in Informatica ed in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche sono ad accesso programmato. Le modalità ed i termini per la presentazione della domanda di ammissione sono contenute nei singoli bandi di concorso pubblicati alla pagina [www.unimi.it](http://www.unimi.it) → SEGRETERIE STUDENTI → Corsi ad accesso programmato.

Per iscriversi alla prova di ammissione si deve procedere come segue:

- versare il contributo di ammissione di € 50,00 con carta di credito oppure utilizzando apposito Mav che verrà generato durante la procedura di ammissione;
- effettuare la registrazione al portale di Ateneo accedendo alla pagina [www.unimi.it](http://www.unimi.it) → Servizi online SIFA → LOGIN, solo se non già registrati o non già in possesso delle credenziali di ateneo (come studenti o laureati);
- effettuare l'iscrizione al concorso accedendo alla pagina [www.unimi.it](http://www.unimi.it) → Servizi online SIFA → Servizi di ammissione → Ammissione ai corsi ad accesso programmato.

**Al termine dell'iscrizione online, la procedura rilascia una ricevuta che dovrà essere conservata ed esibita alla commissione giudicatrice il giorno della prova.**

Tale ricevuta è l'unico documento per comprovare l'avvenuta iscrizione all'esame di ammissione. La comunicazione di dati non veritieri e la mancanza dei requisiti comporterà l'esclusione dalla graduatoria finale.

### RICHIESTE DI TRASFERIMENTO

Le regole e le procedure sui trasferimenti ai corsi ad accesso programmato sono pubblicate sui singoli bandi di concorso disponibili alla pagina [www.unimi.it](http://www.unimi.it) → SEGRETERIE STUDENTI → Corsi ad accesso programmato e nella pagina [www.unimi.it](http://www.unimi.it) → SEGRETERIE STUDENTI → Trasferimenti.

Gli studenti già iscritti ad un corso di laurea dell'Università degli Studi di Milano, di un altro Ateneo o già laureati possono essere esonerati dal test solo se in possesso dei requisiti necessari per essere ammessi ad anni successivi al primo. A tal fine dovranno presentare presso la segreteria didattica una apposita richiesta corredata da dichiarazione sostitutiva relativa a tutti gli esami sostenuti (data, voto, crediti e settori scientifico disciplinari).

### PRESENTAZIONE DEL PIANO DEGLI STUDI INDIVIDUALE

Ogni studente è tenuto a presentare il proprio piano degli studi nei termini pubblicati sul sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it). Qualora il piano degli studi proposto sia conforme a quanto previsto nel Manifesto degli Studi, l'approvazione è effettuata d'ufficio; qualora il piano degli studi si discosti da quanto previsto (*piano libero*) la sua approvazione è sottoposta a esame da parte del Collegio Didattico.

### DEFINIZIONE DELLA FASCIA DI CONTRIBUZIONE ALLE TASSE UNIVERSITARIE

Ogni studente è tenuto a segnalare, entro i termini stabiliti ogni anno dall'Ateneo e visibili al sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it), la situazione fiscale del proprio nucleo familiare, ai fini della definizione della propria fascia di contribuzione alle tasse universitarie (N.B. Tutte le procedure relative a immatricolazioni, trasferimenti, seconde lauree ecc. sono visibili e costantemente aggiornate sul sito web dell'ateneo [www.unimi.it](http://www.unimi.it)). Si suggerisce di consultare il medesimo sito anche per verificare tutte le scadenze sopra indicate, che potrebbero subire delle variazioni.

## **SEGRETERIA STUDENTI**

La Segreteria Studenti osserva i seguenti orari di apertura fino a luglio 2014 e da settembre 2014 a luglio 2015:

- dal lunedì al venerdì: 9:00 – 12:00
- martedì: 9:00 – 12:00, 14:00 – 15:00
- mercoledì: 9:00 – 12:00, 15:30 – 16:30

mentre in agosto 2014:

- dal lunedì al venerdì: 9:00 – 12:00
- la segreteria rimarrà chiusa dall'11 al 15 agosto

Segreteria Studenti, Dipartimento di Informatica – sede di Crema

via Bramante 65, 26013 Crema (CR),

tel. 0373 898 011/012 – fax 0373 898 010

Indirizzi di posta elettronica: [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it) – [segreteria.didattica.crema@unimi.it](mailto:segreteria.didattica.crema@unimi.it)

## SCADENZE PER LA LAUREA MAGISTRALE

### REQUISITI PER L'ISCRIZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE

È condizione per l'ammissione che i candidati abbiano acquisito negli studi pregressi almeno:

- 48 crediti nei settori INF/01
- 12 crediti nei settori MAT/01-09

Possono altresì accedere al corso i laureati non in possesso dei suddetti requisiti, previa delibera del Collegio Didattico.

Gli studenti laureati possono presentare la domanda di ammissione al corso di laurea magistrale nei seguenti periodi

- Dal **15 luglio** al **5 settembre 2014**
- Dal **15 dicembre** al **31 dicembre 2014**
- Dal **15 febbraio** al **28 febbraio 2015**

Le domande di ammissione dovranno essere presentate dal sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it)

### VERIFICA DELLE CONOSCENZE PER L'ACCESSO

La verifica del possesso dei requisiti consisterà nella valutazione della carriera universitaria pregressa, effettuata sulla base dei seguenti titoli: certificazione di laurea con voto, elenco degli esami superati con voto, e numero di crediti, programmi dei singoli insegnamenti ove non disponibili sul sito web dell'Università degli Studi di Milano

### TERMINI PER L'IMMATRICOLAZIONE

Gli studenti ammessi al corso di laurea magistrale potranno immatricolarsi dopo cinque giorni lavorativi dalla data del colloquio.

Il termine ultimo per l'immatricolazione è il **31 Marzo 2015**.

# **OFFERTA DIDATTICA**

## LAUREE TRIENNALI PRESSO LA SEDE DI CREMA

Nell'anno accademico 2014/15, presso la Sede di Crema saranno attivati tutti gli anni di **tre corsi di Laurea Triennale** della Classe delle Scienze e Tecnologie Informatiche [classe L-31]:

- Laurea Triennale in **Informatica** [F1X]
- Laurea Triennale in **Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche** [F68]

### LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA

Il corso di laurea in Informatica fornisce le conoscenze informatiche, metodologiche e gestionali necessarie per formare una nuova figura di tecnologo dell'informazione e della comunicazione nelle imprese. Il corso di laurea si propone di fornire al futuro laureato in Informatica una preparazione che tenga conto delle recenti evoluzioni del settore, sia per quanto riguarda gli aspetti più prettamente tecnologici, sia per ciò che concerne l'impatto dell'informatica e delle comunicazioni sui processi economici, sociali e individuali.

### LAUREA TRIENNALE IN SICUREZZA DEI SISTEMI E DELLE RETI INFORMATICHE

Il corso di laurea si propone di fornire al futuro laureato in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche un'approfondita preparazione tecnologica nell'area informatica, che gli permetta di affrontare tutte le problematiche relative alla realizzazione di servizi sicuri a livello infrastrutturale o applicativo. Il corso si prefigge inoltre di fornire approfondite conoscenze operative che permettano l'inserimento dei laureati in tutti i contesti professionali, industriali e della Pubblica Amministrazione interessati all'utilizzo e all'evoluzione dell'infrastruttura sicura di distribuzione dell'informazione e di accesso ai servizi distribuiti. Il corso si rivolge a tutti i giovani interessati ad approfondire gli aspetti più stimolanti e innovativi delle scienze e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, nonché ad apprendere il loro utilizzo nelle applicazioni aziendali sicure necessarie per operare competitivamente nel mercato globale.

Il percorso degli studi fornirà al laureato una solida formazione scientifico-tecnologica unitamente ad un'approfondita preparazione sui risultati scientifici più recenti e sulle tecnologie che stanno alla base della sicurezza informatica, utile sia a chi si affaccia al mondo del lavoro, sia a chi desidera affrontare una laurea magistrale. Le figure professionali che saranno formate sono destinate ad avere sbocco occupazionale in imprese, enti pubblici o nella libera professione come progettisti e gestori di sistemi informativi aziendali e di sistemi di e-business sicuri, esperti di sicurezza e prevenzione delle intrusioni, sviluppatori di servizi applicativi su reti informatiche (*web service*) e integratori di sistemi distribuiti eterogenei e *mission critical*.

In corso viene erogato in due modalità: convenzionale e telematica (on-line). L'erogazione *on-line* costituisce la prima esperienza di laurea *dual mode* (offerta, con gli stessi contenuti, sia in modalità *frontale*, sia in modalità *on-line*) dell'Università degli Studi di Milano.

Il progetto del corso di laurea *on-line* costituisce l'iniziativa pilota di collaborazione tra i docenti della sede di Crema e il CTU ([www.ctu.unimi.it](http://www.ctu.unimi.it)), il centro per l'e-learning dell'ateneo. SSRI (Sicurezza dei sistemi e delle reti informatiche) è stato il primo corso di laurea in sicurezza informatica in Italia: da sei anni è anche la prima laurea in sicurezza informatica ad essere erogata via Internet.

La laurea triennale in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche ad erogazione *on-line* si distingue per:

- *Distribuzione del tempo*. Il 90% del percorso di studio è fruibile *on-line* e il restante 10% in aule e laboratori della sede di Crema.
- *Strumenti*. Viene fornito l'accesso alla piattaforma di e-learning per l'organizzazione del percorso formativo flessibile nella gestione del proprio tempo e spazio. I materiali didattici comprendono: videolezioni, dispense, simulazioni, esercizi e test, nonché l'accesso ad innovativi laboratori virtuali.
- *Modalità d'esame*. Sono previste prove intermedie e appelli d'esame concentrati nel tempo e riservati agli studenti *on-line*.
- *Tutoring*. È attivo il servizio di *tutorship* individuale a supporto del percorso di studi e per i problemi tecnologici, logistici e amministrativi.

Per l'anno accademico 2014/15 è prevista l'attivazione del **primo** anno del ciclo di studi. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito <http://sicurezzaonline.di.unimi.it/>

## LAUREE MAGISTRALI PRESSO LA SEDE DI CREMA

Nell'anno accademico 2014/15, presso la Sede di Crema saranno attivati tutti gli anni di **due** corsi di **Laurea Magistrale**:

- Laurea Magistrale in **Informatica** [F94] della Classe Informatica [classe LM-18]
- Laurea Magistrale in **Sicurezza Informatica** [F2Y] della Classe Sicurezza Informatica [classe LM-66]

### LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATICA (MASTER DEGREE IN INFORMATICS)

La laurea magistrale in Informatica si propone di formare specialisti dotati di una profonda cultura nell'area delle scienze dell'informazione e di elevate competenze nelle relative tecnologie, in grado di contribuire al progresso dell'informatica sia per quanto riguarda gli aspetti di base sia per quanto riguarda il loro utilizzo nei diversi ambiti applicativi all'interno di imprese e società e nelle nuove discipline.

Il laureato magistrale potrà contribuire allo studio e allo sviluppo di nuove tecniche informatiche per la soluzione di problemi complessi e alla loro applicazione in diversi ambiti emergenti. Tra le figure professionali che saranno formate vi sono esperti nella progettazione di sistemi informatici avanzati e nell'evoluzione dell'infrastruttura globale di comunicazione, esperti nella sicurezza dei sistemi informatici, specialisti nel dialogo interdisciplinare con nuove aree di interesse, professionisti nell'applicazione delle nuove tecnologie informatiche nell'ambito delle piccole e medie imprese e della Pubblica Amministrazione, esperti nello studio e sviluppo di soluzioni innovative nell'area delle scienze e delle tecnologie informatiche.

La laurea magistrale fornirà inoltre le basi culturali per l'accesso al Dottorato di Ricerca e la formazione di ricercatori in grado di portare un contributo originale allo sviluppo dell'informatica.

**Dall'anno accademico 2011/12, presso la Sede di Crema vengono tenuti in lingua inglese tutti gli insegnamenti obbligatori per conseguire la laurea magistrale in Informatica, e un numero di insegnamenti complementari sufficiente a fornire in lingua inglese l'intero percorso di studi. Anche il lavoro di tesi può essere redatto e discusso in lingua inglese.**

### LAUREA MAGISTRALE IN SICUREZZA INFORMATICA

Il corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica si propone di fornire conoscenze avanzate e di formare capacità professionali adeguate allo svolgimento di attività di ricerca, progettazione, realizzazione, verifica, coordinamento e gestione di sistemi informatici in diversi contesti di applicazione delle scienze e delle tecnologie informatiche nell'ambito della sicurezza e protezione dei sistemi, delle reti e delle infrastrutture informatiche, e del trattamento sicuro e riservato dei dati.

Il laureato magistrale in Sicurezza Informatica svolgerà attività di progettazione, sviluppo, realizzazione, verifica, manutenzione, controllo e gestione di infrastrutture e sistemi informatici sicuri e protetti. Obiettivo fondamentale della sua attività è il miglioramento costante di sistemi informatici sicuri e protetti, anche con riferimento alla gestione sicura dei dati sensibili, accompagnato dalla capacità di recepire e proporre negli ambiti applicativi in cui opera le innovazioni che continuamente caratterizzano la disciplina. Il corso di laurea magistrale si propone dunque di formare professionisti dotati di competenze scientifiche e tecnologiche di alto livello, capacità metodologiche e operative e visione aperta e critica delle problematiche connesse all'adozione e all'uso delle tecnologie informatiche. I principali sbocchi professionali sono negli ambiti della sicurezza di infrastrutture e sistemi informatici e del trattamento di dati sensibili per imprese, aziende di servizi, enti della pubblica amministrazione e, più in generale, per qualunque organizzazione utilizzatori sistemi informatici.

La laurea magistrale fornirà inoltre le basi culturali per l'accesso al Dottorato di Ricerca e la formazione di ricercatori in grado di portare un contributo originale allo sviluppo dell'informatica.



## ALTRE INIZIATIVE DIDATTICHE PER L'A.A. 2014/2015

Oltre ai corsi di Laurea, la Sede di Crema ospita corsi ed è sede d'esame di certificazioni che possono essere acquisite dagli studenti ad arricchimento del loro curriculum degli studi.

### INTEGRAZIONE DELLE CONOSCENZE MATEMATICHE DI BASE

La diversa provenienza degli studenti immatricolati al primo anno rivela differenze spesso profonde nella loro preparazione, in particolare nel settore della matematica. Allo scopo di fornire alle matricole la possibilità di integrare le conoscenze di base che servono da prerequisito per affrontare in modo proficuo i corsi di livello universitario, è disponibile *on-line* il corso **Minimat**, che si trova al link: <http://ariel.unimi.it/User/Asset.aspx?name=minimat>. Il corso presenta in modo sistematico le conoscenze di base e prevede un test finale di autovalutazione. Il corso Minimat è fruibile in presenza sia a Crema che a Milano. Si veda il sito per maggiori informazioni.

### CERTIFICAZIONI

Presso la Sede di Crema è possibile sostenere i seguenti esami di certificazione:

- **European Computer Driving Licence (ECDL)**, che certifica la conoscenza base all'utilizzo, come utente, dei più comuni strumenti informatici;
- **European Quality Driving Licence (EQDL)**, che certifica il possesso dei requisiti minimi di conoscenza dei termini, delle norme, dei metodi e dei processi utilizzati nel mondo della Qualità;
- **European Certification of Informatics Professionals (EUCIP)**, la certificazione Europea per i professionisti delle tecnologie dell'informazione.



**LAUREA TRIENNALE  
IN  
INFORMATICA**

## MANIFESTO DEGLI STUDI DEL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA<sup>1</sup>

### GENERALITÀ

**Classe di laurea di appartenenza:** L-31 Scienze e tecnologie informatiche

**Titolo rilasciato:** Dottore

**Durata del corso di studi:** 3 anni

**CFU da acquisire totali:** 180

**Annualità attivate:** 1° anno

**Modalità accesso:** Programmato

**Codice corso di studi:** FIX

### RIFERIMENTI

#### Presidente Collegio Didattico

Prof. Nicolò Cesa Bianchi

#### Coordinatore Corso di Laurea

Prof. Walter Cazzola

#### Docenti tutor

Alberto Borghese, Danilo Bruschi, Silvana Castano, Walter Cazzola, Nicolò Cesa Bianchi, Massimiliano Goldwurm, Violetta Lonati, Beatrice Palano, Federico Pedersini, Giovanni Pighizzini, Rita Pizzi, Gianpaolo Rossi, Massimo Tarallo, Gabriella Trucco.

#### Sito web del corso di laurea

<http://www.ccdinfr.unimi.it> (per la sede di Milano, <http://www.ccdinf.unimi.it>)

#### Segreteria Studenti – Dipartimento di Informatica – Sede di Crema

Via Bramante, 65 - 26013 Crema (CR), tel.0373/898011-12

[crema.di.unimi.it](mailto:crema.di.unimi.it), [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

La Segreteria osserverà i seguenti orari:

da Settembre a Luglio:

lun, gio, ven: 9:00-12:00

mar: 9:00-12:00; 14:00-15:00

mer: 9:00-12:00; 15:30-16:30

Agosto:

lun-ven: 9:00-12:00

La segreteria rimarrà chiusa dal 11 al 15 agosto.

---

<sup>1</sup>Si ricorda che la presente guida dello studente è un supporto informativo che non sostituisce in alcun modo i documenti ufficiali (ordinamento didattico, regolamento didattico, manifesto didattico) approvati dagli organi accademici e disponibili sui siti web di ateneo, che costituiscono a tutti gli effetti l'unica normativa vigente.

## CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

### PREMESSA

Il corso di laurea in Informatica ha durata di 3 anni ed ha lo scopo di fornire le conoscenze dei metodi e delle tecniche per lo sviluppo dei sistemi e delle applicazioni informatiche e telematiche, insieme alla cultura di base necessaria al laureato per adeguarsi alla evoluzione della disciplina.

Il Corso di Laurea Triennale in Informatica ha ottenuto la certificazione di qualità europea EQANIE (European Quality Assurance Network for Informatics Education - [www.eqanie.eu](http://www.eqanie.eu)) per i corsi di studio in Informatica.

E' il primo corso di laurea italiano ad avere ottenuto questo importante marchio di qualità.

### ARTICOLAZIONE ANNI ACCADEMICI

Nell'anno accademico 2014/2015 è attivato il primo anno del corso di laurea in Informatica.

### OBIETTIVI FORMATIVI GENERALI E SPECIFICI

Gli obiettivi del corso di laurea in Informatica sono: da una parte fornire una solida conoscenza di base e metodologica dei principali settori delle scienze informatiche e matematiche e dall'altra fornire una buona padronanza delle metodologie e tecnologie proprie dell'Informatica, offrendo una preparazione adeguata per imparare e conoscere i diversi ambiti applicativi della disciplina e poter assimilare, comprendere e valutare l'impatto dei costanti progressi scientifici e tecnologici nell'ambito della disciplina. Il corso di laurea prevede un'ampia base comune di attività formative, mirate a preservare l'omogeneità e la coerenza culturale del laureato in Informatica. È altresì prevista la scelta da parte dello studente di una parte degli insegnamenti al fine di un maggior approfondimento di alcune tematiche di proprio interesse tra quelle proposte dal corso di studio. Per la realizzazione di tutti gli obiettivi formativi sopra enunciati, sono previste lezioni frontali, esercitazioni pratiche, corsi di laboratorio e strumenti informatici di supporto alla didattica.

### ABILITÀ E COMPETENZE ACQUISITE

#### ***Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)***

Acquisizione di conoscenze attinenti all'informatica teorica e applicata e alle sue discipline scientifiche di base:

- conoscenze di programmazione: linguaggi di programmazione procedurale e a oggetti, risoluzione dei problemi, ingegneria del software;
- conoscenze di informatica teorica: algoritmi e strutture dati, linguaggi formali;
- conoscenze di architetture e sistemi: architetture di calcolatori, sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori;
- conoscenze matematiche: matematica discreta, matematica del continuo, calcolo delle probabilità e statistica, logica matematica.

#### ***Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)***

Acquisizione di competenze di tipo metodologico, tecnologico e strumentale nell'ambito delle scienze informatiche e delle loro applicazioni:

- metodo scientifico: apprendimento e utilizzazione del metodo scientifico sia mediante corsi cattedratici che esercitazioni di laboratorio;
- modellizzazione: capacità di usare strumenti avanzati nella modellizzazione di sistemi su varia scala, dai sistemi "in grande" fino ad applicazioni che richiedono conoscenze anche di aspetti hardware e di problemi di trasmissione di segnale;

- abilità operative: capacità di programmare un computer con diversi linguaggi di programmazione e in diversi ambiti applicativi (applicazioni scientifiche, applicazioni commerciali e applicazioni industriali), saper operare con i più diffusi sistemi operativi e saper configurare ambienti di rete, saper applicare tecniche di sicurezza informatica;
- utilizzo di tecnologie moderne: uso di ambienti e strumenti di programmazione, capacità di usare strumenti per la configurazione e gestione dei sistemi e delle reti, capacità di usare strumenti per la gestione delle basi di dati;
- capacità di lavorare in gruppo: sviluppata nei corsi di laboratorio, durante lo svolgimento delle esercitazioni e la preparazione delle prove finali dei corsi di laboratorio e nei gruppi di ricerca, anche esterni, durante il lavoro per la preparazione dell'elaborato finale.

### ***Autonomia di giudizio (making judgements)***

Acquisizione di consapevole autonomia di giudizio attraverso:

- svolgimento autonomo dei progetti di laboratorio;
- rapporto con i docenti nell'ambito delle attività formative e della preparazione dell'elaborato finale;
- valutazione della didattica;
- scelta e preparazione dell'elaborato finale;
- capacità di valutare l'impatto delle tecnologie informatiche sul piano etico e sociale.

### ***Abilità comunicative (communication skills)***

Acquisizione di adeguate capacità di comunicazione attraverso:

- l'acquisizione di strumenti per la comunicazione di varia natura (multimediali, in rete, ecc.);
- l'esposizione orale durante le verifiche di profitto;
- il rapporto coi docenti nella fase di tirocinio;
- attività seminariali nei corsi complementari;
- presentazione dell'elaborato finale;
- studio di una lingua straniera;
- partecipazione a seminari e congressi ospitati dalle strutture di ricerca dell'ateneo.

### ***Capacità di apprendimento (learning skills)***

Acquisizione di adeguate capacità per lo sviluppo e l'approfondimento di ulteriori competenze, con riferimento a:

- ricerca e consultazione di materiale bibliografico per la preparazione degli esami e dell'elaborato finale;
- utilizzo durante i corsi e nella preparazione dell'elaborato finale di banche di dati, riviste elettroniche e strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze (motori di ricerca);
- conseguimento di una preparazione di base e di una autonomia di studio che consenta al laureato di consultare libri di testo avanzati e riviste specializzate nei settori di ricerca caratterizzanti l'Informatica e le discipline scientifiche.

## **PROFILO PROFESSIONALE E SBocchi OCCUPAZIONALI**

La figura che il corso di laurea in Informatica intende formare nella prospettiva di un immediato inserimento nel mondo del lavoro è quella di un laureato capace di collaborare con compiti tecnico-operativi e professionali in attività di consulenza, analisi, progettazione, gestione, manutenzione, marketing di sistemi informatici di piccole-medie dimensioni. I laureati potranno operare nei più svariati ambiti applicativi per la progettazione e la gestione di sistemi informatici e telematici e per lo studio di nuovi sistemi e applicazioni.

Questa attività potrà svolgersi in tutti gli ambiti del settore pubblico e privato che utilizzano tecnologie informatiche. Quindi i principali segmenti di mercato interessati sono: banche, assicurazioni, logistica e trasporti, sanità, pubbliche amministrazioni, telecomunicazioni e media, società di servizi, industria. In modo più puntuale, gli specifici ruoli e professionalità del laureato, secondo la codifica dell'ISTAT, sono sotto riportati.

Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:

- ingegnere dell'informazione junior;
- perito industriale laureato.

Tali competenze e professioni rientrano in particolare in quelle previste dalla nuova Classificazione delle Professioni ISTAT e specificatamente:

- 2.1.1.4.1 Analisti e progettisti software
- 2.1.1.4.2 Analisti di sistema
- 2.1.1.5.4 Specialisti in sicurezza informatica
- 2.1.1.5.1 Specialisti in reti e comunicazioni informatiche.

## **STRUTTURA DEL CORSO**

La durata normale del corso di laurea in Informatica è di tre anni. Per il conseguimento della laurea lo studente deve acquisire 180 crediti formativi (CFU).

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento Didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 12 ore di esercitazioni con 13 ore di rielaborazione personale;
- 16 ore di laboratorio con 9 ore di rielaborazione personale;
- 25 ore di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 12 settimane ciascuno.

Sono previste lezioni frontali e laboratori. Lo studente può inoltre arricchire il suo percorso con un'attività di stage possibilmente esterno, presso enti pubblici o privati, ed attività seminari di orientamento al mondo del lavoro.

### ***Videoregistrazione delle lezioni***

Il Collegio Didattico ha attivato un servizio di videoregistrazione delle lezioni. Sono attualmente disponibili on line le registrazioni della maggior parte dei corsi fondamentali.

## **NOTE**

Lo studente è tenuto ogni anno a verificare l'effettiva attivazione degli insegnamenti inseriti nel manifesto.

## **PROVE DI LINGUA**

Rientra nel percorso didattico il superamento di una prova di verifica, con giudizio di idoneità, relativa alla conoscenza della lingua inglese. I crediti relativi alla conoscenza della lingua inglese devono essere acquisiti con una delle seguenti modalità: 1v

- presentando una delle certificazioni di comprovata validità internazionale di livello B1, il cui elenco è consultabile sul sito del Collegio Didattico;

- superando un test di livello B1 organizzato all'interno dell'Ateneo (il test può essere sostenuto non più di due volte l'anno);
- superando l'esame di uno degli insegnamenti erogati in lingua inglese attivati dal corso di laurea;
- superando l'esame di un insegnamento erogato in lingua inglese durante un periodo di studio presso un'università estera con cui l'Ateneo ha attivato una convenzione all'interno di progetti di mobilità internazionale degli studenti.

Per fornire un supporto agli studenti, verrà organizzato un corso di Lingua inglese.

### **OBBLIGO DI FREQUENZA**

La frequenza ai corsi e ai laboratori è fortemente consigliata.

### **MODALITÀ VALUTAZIONE DEL PROFITTO**

Il profitto viene valutato tramite esami scritti o orali, in trentesimi, fatta eccezione per l'esame di inglese, che non dà luogo a votazione ma al solo giudizio di approvazione / non approvazione.

Per alcuni corsi sono previste prove in itinere, non obbligatorie.

Viene inoltre richiesto in diversi casi lo svolgimento di un progetto propedeutico all'esame orale.

### **REGOLE GENERALI PER ISCRIZIONE E AMMISSIONE AGLI APPELLI D'ESAME**

E' obbligatoria l'iscrizione all'appello d'esame utilizzando il SIFA *on-line* dal sito [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm).

### **SVOLGIMENTO DI STUDI/TIROCINI ALL'ESTERO**

Il Corso di Laurea aderisce ai programmi di internazionalizzazione Erasmus + (si veda: <http://www.unimi.it/studenti/875.htm>).

La procedura e la modulistica per la richiesta di tirocini (è la stessa per tirocini in Italia o all'estero) è scaricabile dal sito [crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it). Per ulteriori informazioni, rivolgersi alla Segreteria Didattica.

### **FORMULAZIONE E PRESENTAZIONE DEL PIANO DI STUDI**

Lo studente dovrà presentare un proprio piano di studi organico e coerente, che sarà soggetto ad approvazione da parte del Collegio Didattico. Il piano di studi verrà formulato dallo studente in totale autonomia.

Gli studenti devono presentare il proprio Piano di Studio, nel rispetto delle norme del Regolamento Didattico di ateneo, scegliendo gli insegnamenti fra quelli elencati nelle Tabelle per la scelta guidata e, per quanto riguarda la scelta libera, anche fra gli insegnamenti attivati dall'ateneo. La scelta può essere effettuata a partire dal 2° anno di corso e può tuttavia essere modificata di anno in anno.

Il piano di studi può essere presentato utilizzando l'apposita procedura self-service disponibile all'indirizzo: [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm). La scelta può essere modificata di anno in anno, nei periodi previsti dalle Segreterie Studenti.

Si ricorda che la verifica della corrispondenza tra l'ultimo piano degli studi approvato e gli esami sostenuti è condizione necessaria per l'ammissione alla laurea. Nel caso in cui, all'atto della presentazione della domanda di laurea, la carriera risulti non conforme al piano di studio lo studente non può essere ammesso all'esame di laurea.

Al fine di acquisire i crediti del tirocinio lo studente dovrà superare una prova di verifica, con giudizio di idoneità, attinente la conoscenza degli aspetti Economici, Etici, Sociali e Legali connessi allo svolgimento della professione informatica.

Lo studente potrà acquisire i contenuti relativi alla prova attraverso un corso che sarà erogato in modalità e-learning.



## **CARATTERISTICHE DELLA PROVA FINALE**

Acquisiti, nel rispetto delle norme regolamentari, i necessari crediti formativi, lo studente è ammesso a sostenere la prova finale per il conseguimento del titolo.

In ottemperanza ai criteri generali, espressi dal Regolamento Didattico di Ateneo, al quale si rimanda per ogni altra disposizione in materia, la prova finale, che consente di acquisire i restanti CFU, consiste nella discussione dell'elaborato finale preparato dallo studente. Tale elaborato deve essere relativo ad un'attività di carattere teorico o sperimentale svolta in autonomia dallo studente presso gruppi di ricerca o imprese; l'elaborato dovrà documentare gli aspetti progettuali e realizzativi dell'attività svolta nonché i collegamenti del lavoro con lo stato corrente delle conoscenze nel settore dell'Informatica.

## **ORARIO LEZIONI**

L'orario delle lezioni è disponibile alla pagina <http://crema.di.unimi.it/orario>.

## MODALITÀ DI ACCESSO: 1° ANNO PROGRAMMATO

### INFORMAZIONI E MODALITÀ ORGANIZZATIVE PER IMMATRICOLAZIONE

La domanda di ammissione al test d'ingresso deve essere presentata per via telematica dal **15 luglio al 26 agosto 2014** seguendo quanto indicato al sito: <http://www.unimi.it/studenti> - "scegli la Statale"

I termini per le immatricolazioni sono stabiliti in modo tassativo e inderogabile all'atto delle pubblicazioni delle graduatorie. Tali termini valgono anche per le immatricolazioni a seguito da trasferimento da altro ateneo, seconda laurea o passaggio interno.

### LINK UTILI PER IMMATRICOLAZIONE

<http://www.unimi.it> → SEGRETERIE STUDENTI

Il bando del test di ammissione è disponibile in rete al link:

[http://www.unimi.it/cataloghi/segreterie/Bando\\_Scienze\\_e\\_Tecnologie\\_rev2\\_luglio.pdf](http://www.unimi.it/cataloghi/segreterie/Bando_Scienze_e_Tecnologie_rev2_luglio.pdf)

Informazioni sul test e sullo svolgimento della prova su:

[http://www.cosp.unimi.it/offerta\\_didattica/4553.htm](http://www.cosp.unimi.it/offerta_didattica/4553.htm)

### ISTRUZIONI OPERATIVE

Per le pratiche di immatricolazione:

- gli studenti che intendono seguire le lezioni presso la sede di Crema, devono rivolgersi esclusivamente alla Segreteria Studenti di Crema - Via Bramante, 65.  
Per informazioni contattare il numero di tel. 0373/898011 - 12
- gli studenti che intendono seguire le lezioni presso la sede di Milano consultare il sito oppure rivolgersi esclusivamente alle Segreterie Studenti di via Celoria 20.  
Per eventuali informazioni rivolgersi al numero verde:  
800 188 128 da numero fisso;  
199 188 128 da cellulare.

### N° POSTI RISERVATI A STUDENTI EXTRACOMUNITARI NON SOGGIORNANTI IN ITALIA

15

### N° POSTI ASSEGNATI

350

### CONTENUTI E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLA PROVA

La prova di concorso per l'ammissione al corso di laurea verterà sulla verifica delle conoscenze matematiche di base. Eventuali debiti formativi aggiuntivi, da colmare entro il I anno di corso mediante attività di recupero appositamente previste, potranno essere assegnati sulla base degli esiti della prova.

Il numero programmato di 350 è suddiviso come segue: 250 posti per gli immatricolati presso la sede di Milano; 100 posti per gli immatricolati presso la sede di Crema.

Il test di ammissione è unico per tutti i corsi di laurea erogati dal Dipartimento di Informatica. All'atto dell'iscrizione alla prova lo studente esprime una o più preferenze per il corso di laurea e, ove previsto, per la sede di erogazione.

I candidati che, in base al numero dei posti disponibili, risulteranno vincitori dovranno immatricolarsi entro il termine perentorio di dieci giorni dalla data di pubblicazione delle graduatorie. La mancata immatricolazione entro il termine stabilito è una implicita rinuncia alla priorità di scelta. Scaduto il termine, i posti vacanti

saranno disponibili per i candidati fuori graduatoria. Qualora, anche dopo la riapertura dei termini di immatricolazione, rimanessero posti vacanti, questi potranno essere assegnati in ordine cronologico di presentazione della domanda di immatricolazione anche a candidati degli altri corsi dell'area Informatica.

## ARTICOLAZIONE DEL CORSO DI STUDI

1° ANNO DI CORSO				
Attività formative obbligatorie				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° + 2° semestre	Matematica del continuo	12	MAT/01-09	64 ore Lezioni 48 ore Esercitazioni
1° semestre	Linguaggi formali e automi	6	INF/01	48 ore Lezioni
1° semestre	Matematica del discreto	6	MAT/01-09	48 ore Lezioni
1° semestre	Programmazione	12	INF/01	72 ore Lezioni 48 ore Laboratori
2° semestre	Architettura degli elaboratori I	6	INF/01	36 ore Lezioni 24 ore Laboratori
2° semestre	Architettura degli elaboratori II	6	INF/01	36 ore Lezioni 24 ore Laboratori
2° semestre	Lingua inglese	3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
2° semestre	Logica matematica	6	INF/01, MAT/01	40 ore Lezioni 16 ore Laboratori
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>57</b>		

2° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2015/16)				
Attività formative obbligatorie				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Algoritmi e strutture dati	12	INF/01	96 ore Lezioni
1° semestre	Sistemi operativi	12	INF/01	72 ore Lezioni 48 ore Laboratori
1° semestre	Statistica e analisi dei dati	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Basi di dati	12	INF/01	80 ore Lezioni 32 ore Laboratori
2° semestre	Ingegneria del software	12	INF/01	72 ore Lezioni 48 ore Laboratori
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>54</b>		

3° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2016/17)				
Attività formative obbligatorie				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
	Aspetti economici, etici, sociali e legali connessi allo svolgimento della professione informatica	3		24 ore Lezioni
	Stage finale	15	INF/01	96 ore Lezioni
2° semestre	Reti di calcolatori	12	INF/01	96 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>30</b>		

Attività conclusive				
	Prova finale	3		
	<b>Totale CFU obbligatori</b>	<b>3</b>		

**Altre attività a scelta**

Gli insegnamenti della seguente Tabella 1, dalla quale si dovranno scegliere **12 CFU**, possono essere utilizzati dallo studente per completare la propria formazione sia rispetto ai fondamenti fisico-matematici (Fisica, Teoria dell'informazione e della trasmissione, Ricerca operativa), sia rispetto a temi più specifici alle discipline informatiche (Linguaggi di programmazione, Sicurezza e privacy).

Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Linguaggi di programmazione	6	INF/01	48 ore Lezioni
1° semestre	Teoria dell'informazione e della trasmissione	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Fisica	6	FIS/01-03	48 ore Lezioni
2° semestre	Ricerca operativa	6	MAT/09	48 ore Lezioni
2° semestre	Sicurezza e privacy	6	INF/01	48 ore Lezioni

Lo studente dovrà conseguire ulteriori **12 CFU** scegliendo fra gli insegnamenti della precedente Tabella 1 e della seguente Tabella 2.

Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Elaborazione dei segnali e delle immagini	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Complementi di matematica	9	MAT/01-09	48 ore Lezioni 36 ore Esercitazioni
2° semestre	Gestione dei processi aziendali	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Tecnologie e linguaggi per il web	6	INF/01	48 ore Lezioni

Lo studente è tenuto ad acquisire 12 CFU a libera scelta come segue:

- insegnamenti attivati per il corrente anno accademico presso la sede di Crema
- insegnamenti liberamente scelti dallo studente tra quelli erogati dall'Ateneo
- altre attività accademiche svolte anche presso altre sedi il cui svolgimento sia certificato e quantificato in termini di CFU a condizione che il riconoscimento crediti sia approvato dal Collegio Didattico
- tirocini formativi aggiuntivi o integrativi dello stage finale svolti previa approvazione del Collegio Didattico.

Gli studenti che abbiano conseguito la certificazione EUCIP possono richiedere il riconoscimento di 3 CFU.

Gli studenti che abbiano conseguito la certificazione CISCO possono richiedere il riconoscimento di 5 CFU.

## PROPEDEUTICITÀ

Vengono illustrate le propedeuticità obbligatorie e consigliate tra i corsi che garantiscono un percorso d'apprendimento ottimale.

Attività formativa	Attività formative propedeutiche	o/c
Algoritmi e strutture dati	Programmazione Matematica del continuo Matematica del discreto	obbligatoria consigliata consigliata
Architettura degli elaboratori II	Architettura degli elaboratori I	consigliata
Basi di dati	Programmazione	obbligatoria
Elaborazione numerica dei segnali	Matematica del continuo Matematica del discreto	obbligatoria obbligatoria
Ingegneria del software	Programmazione	obbligatoria
Linguaggi di programmazione	Algoritmi e strutture dati Programmazione	consigliata obbligatoria
Ricerca operativa	Matematica del continuo Matematica del discreto	consigliata obbligatoria
Sicurezza e privacy	Reti di calcolatori Sistemi operativi	consigliata consigliata
Sistemi operativi	Programmazione Architettura degli elaboratori II	obbligatoria consigliata
Statistica e analisi dei dati	Matematica del continuo Matematica del discreto	obbligatoria consigliata
Teoria dell'informazione e della trasmissione	Statistica e analisi dei dati	consigliata

**LAUREA TRIENNALE  
IN  
SICUREZZA DEI SISTEMI  
E DELLE  
RETI INFORMATICHE**

## MANIFESTO DEGLI STUDI DEL CORSO DI LAUREA IN SICUREZZA DEI SISTEMI E DELLE RETI INFORMATICHE<sup>2</sup>

### GENERALITÀ

**Classe di laurea di appartenenza:** L-31 Scienze e tecnologie informatiche

**Titolo rilasciato:** Dottore

**Durata del corso di studi:** 3 anni

**CFU da acquisire totali:** 180

**Annualità attivate:** 1° anno

**Modalità accesso:** Programmato

**Codice corso di studi:** F68

### RIFERIMENTI

#### **Presidente Collegio Didattico**

Prof. Nicolò Cesa Bianchi

#### **Coordinatore Corso di Laurea**

Prof. Nello Scarabottolo

#### **Docenti tutor**

Marco Anisetti, Claudio Ardagna, Chiara Braghin, Paolo Ceravolo, Stelvio Cimato, Roberto Cordone, Ernesto Damiani, Sabrina de Capitani di Vimercati, Mattia Monga, Vincenzo Piuri, Giovanni Righini, Pierangela Samarati, Nello Scarabottolo.

#### **Sito web del corso di laurea**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it>, <http://sicurezzaonline.di.unimi.it/>

#### **Segreteria Studenti – Dipartimento di Informatica – Sede di Crema**

Via Bramante, 65 - 26013 Crema (CR), tel.0373/898011-12

[crema.di.unimi.it](mailto:crema.di.unimi.it), [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

La Segreteria osserverà i seguenti orari:

da Settembre a Luglio:

lun, gio, ven: 9:00-12:00

mar: 9:00-12:00; 14:00-15:00

mer: 9:00-12:00; 15:30-16:30

Agosto:

lun-ven: 9:00-12:00

La segreteria rimarrà chiusa dal 11 al 15 agosto.

In occasione degli appelli d'esame riservati agli studenti del corso online la segreteria sarà aperta anche il venerdì dalle 14:00 alle 16:00. Il personale della segreteria è disponibile al di fuori degli orari sopra indicati fissando preventivamente un appuntamento via mail o telefono.

---

<sup>2</sup> Si ricorda che la presente guida dello studente è un supporto informativo che non sostituisce in alcun modo i documenti ufficiali (ordinamento didattico, regolamento didattico, manifesto didattico) approvati dagli organi accademici e disponibili sui siti web di ateneo, che costituiscono a tutti gli effetti l'unica normativa vigente.



## CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

### PREMESSA

Il corso di laurea si propone di fornire al futuro laureato in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche un'approfondita preparazione tecnologica nell'area informatica, che gli permetta di affrontare tutte le problematiche relative alla realizzazione di servizi sicuri a livello infrastrutturale e applicativo. Il corso si prefigge inoltre di fornire approfondite conoscenze operative che permettano l'inserimento dei laureati in tutti i contesti professionali, industriali e della Pubblica Amministrazione interessati all'utilizzo e all'evoluzione dell'infrastruttura sicura di distribuzione dell'informazione e di accesso ai servizi distribuiti. Il corso si rivolge a tutti i giovani interessati ad approfondire gli aspetti più stimolanti e innovativi delle scienze e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, nonché ad apprendere il loro utilizzo nelle applicazioni aziendali sicure necessarie per operare competitivamente nel mercato globale.

Il percorso degli studi fornirà al laureato una solida formazione scientifico-tecnologica unitamente ad un'approfondita preparazione sui risultati scientifici più recenti e sulle tecnologie che stanno alla base della sicurezza informatica, utile sia a chi si affaccia al mondo del lavoro, sia a chi desidera affrontare una laurea magistrale. Le figure professionali che saranno formate sono destinate ad avere sbocco occupazionale in imprese, enti pubblici, o nella libera professione come progettisti e gestori di sistemi informativi aziendali e di sistemi di e-business sicuri, esperti di sicurezza e prevenzione delle intrusioni, sviluppatori di servizi applicativi su reti informatiche (web service) e integratori di sistemi distribuiti eterogenei e *mission critical*.

In corso viene erogato in due modalità: convenzionale e telematica (on-line).

La laurea triennale in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche ad erogazione *on-line* si distingue per:

- *Distribuzione del tempo*. Il 90% del percorso di studio è fruibile *on-line* e il restante 10% in aule e laboratori della sede di Crema.
- *Strumenti*. Viene fornito l'accesso alla piattaforma di e-learning per l'organizzazione del percorso formativo flessibile nella gestione del proprio tempo e spazio. I materiali didattici comprendono: videolezioni, dispense, simulazioni, esercizi e test, nonché l'accesso ad innovativi laboratori virtuali.
- *Modalità d'esame*. Sono previste prove intermedie e appelli d'esame concentrati nel tempo e riservati agli studenti *on-line*.
- *Tutoring*. È attivo il servizio di *tutorship* individuale a supporto del percorso di studi e per i problemi tecnologici, logistici e amministrativi.

### ARTICOLAZIONE ANNI ACCADEMICI

Nell'anno accademico 2014/2015 è attivo il primo anno del corso di laurea in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 270.

Il corso di laurea in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche viene erogato in doppia modalità: in presenza e telematica.

### OBIETTIVI FORMATIVI GENERALI E SPECIFICI

Il corso di laurea si propone di fornire al futuro laureato in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche sia un'ampia, solida e approfondita preparazione tecnologica e metodologica nell'area informatica, con attenzione specifica ai temi relativi alla sicurezza e privacy per metterlo in grado di affrontare tutte le problematiche relative alla realizzazione di servizi sicuri a livello infrastrutturale o applicativo, sia una solida conoscenza di base e metodologica dei principali settori delle scienze matematiche, fisiche, ed affini, offrendo così globalmente una preparazione adeguata non solo ad imparare e conoscere i diversi ambiti applicativi dell'informatica e, in particolare, della sicurezza e privacy, ma anche a poter assimilare, comprendere e valutare l'impatto dei costanti progressi scientifici e tecnologici nell'ambito della disciplina stessa. Il corso si prefigge inoltre di fornire approfondite conoscenze operative che permettano l'inserimento

dei laureati in tutti i contesti professionali, industriali e della Pubblica Amministrazione interessati all'utilizzo e all'evoluzione dell'infrastruttura sicura di distribuzione dell'informazione e di accesso ai servizi distribuiti.

## **ABILITÀ E COMPETENZE ACQUISITE**

### ***Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)***

I laureati del corso di laurea in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche disporranno di conoscenze e competenze metodologiche e operative nei seguenti campi della sicurezza informatica e della protezione dei dati e dei servizi: crittografia, sicurezza nelle reti, protezione dati, trattamento dei dati personali e sensibili, gestione degli incidenti informatici.

Risultati di apprendimento attesi

- Conoscenza di tecniche per lo studio e la progettazione di sistemi informatici sicuri complessi.
- Conoscenza dei metodi e degli strumenti per l'analisi di sistemi, con particolare riferimento all'analisi di sicurezza degli stessi.
- Conoscenza delle problematiche connesse al trattamento dei dati sensibili, alla loro legislazione e agli aspetti organizzativi per la loro gestione.
- Conoscenza di metodi e tecniche per la realizzazione di architetture sicure orientate ai servizi
- Conoscenza e comprensione delle problematiche e delle soluzioni organizzative relative alla sicurezza informatica.

### ***Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)***

I laureati del corso dovranno essere in grado di applicare le conoscenze e le competenze acquisite all'analisi, al disegno, alla realizzazione e alla valutazione di sistemi informatici sicuri e protetti operanti in diversi ambiti applicativi: commerciale, industriale, pubblica amministrazione, assicurativo, bancario, ospedaliero, ambientale, energetico, ricerca.

Risultati di apprendimento attesi

- Conoscenza di un ampio spettro di ambiti applicativi e di soluzioni in essi adottate.
- Capacità di analizzare uno specifico problema la cui soluzione richiede l'impiego di strumenti informatici e di scegliere i metodi più appropriati per la sua soluzione.
- Capacità di raccogliere, valutare e analizzare evidenza empirica relativamente al comportamento di un sistema informatico.

### ***Autonomia di giudizio (making judgements)***

I laureati del corso dovranno acquisire una piena capacità di formulare giudizi autonomi e consapevoli in merito alle scelte progettuali delle imprese, delle organizzazioni e degli enti in cui si trovassero a operare. Essi dovranno anche assimilare appieno i principi di deontologia professionale che guidano le relazioni interpersonali nei contesti occupazionali di riferimento nei quali potranno imbattersi nella vita professionale successiva al conseguimento della laurea.

Risultati di apprendimento attesi

- Capacità di ragionare criticamente e di porre in discussione scelte progettuali e implementative.
- Capacità di sviluppare ragionamenti e riflessioni autonome e indipendenti.
- Consapevolezza dell'esistenza di diversi approcci tecnologici alternativi per la progettazione e analisi di sistemi.
- Capacità di valutare criticamente rilevanza e meriti di progetti tra loro alternativi.

### ***Abilità comunicative (communication skills)***

I laureati del corso dovranno essere in grado di argomentare le proprie posizioni e di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace, utilizzando la lingua di lavoro più diffusa nei

contesti lavorativi internazionali di riferimento (inglese) e avvalendosi, con padronanza tecnica, dei più aggiornati strumenti informatici.

Risultati di apprendimento attesi

- Capacità di comunicazione scritta, fondata sull'impiego di terminologia e linguaggi tecnici appropriati.
- Capacità di presentare e valutare criticamente per iscritto in maniera chiara, coerente e concisa, idee e argomentazioni tecniche.
- Capacità di formulare ed esprimere oralmente, anche in contesti pubblici, argomentazioni in campo tecnico.

### ***Capacità di apprendimento (learning skills)***

Il corso di laurea si propone di condurre i propri studenti a una completa comprensione delle problematiche tecniche e metodologiche negli ambiti disciplinari di riferimento. Proprio per questa ragione il corso intende favorire in maniera prioritaria lo sviluppo di capacità di ulteriore apprendimento da parte dei propri studenti, nonché l'acquisizione di abilità e competenze metodologiche che consentano ai propri laureati di intraprendere in maniera autonoma attività di approfondimento, anche al fine di un'eventuale prosecuzione degli studi nell'ambito di corsi di laurea magistrale in campo Informatico e in altri campi affini.

Risultati di apprendimento attesi

- Capacità di organizzare le proprie idee in maniera critica e sistematica.
- Capacità di identificare, selezionare e raccogliere informazioni mediante l'uso appropriato delle fonti rilevanti.
- Capacità di utilizzare biblioteche, banche dati, archivi e repertori cartacei ed elettronici per accedere alle informazioni documentarie rilevanti.
- Capacità di organizzare e realizzare un piano di studio indipendente.
- Capacità di riflettere sulla propria esperienza di apprendimento e di adattarla in risposta a suggerimenti e stimoli da parte dei docenti o dei colleghi.
- Capacità di riconoscere la necessità di ulteriori studi e di apprezzare il ruolo di modalità di apprendimento innovative.

## **PROFILO PROFESSIONALE E SBOCCHI OCCUPAZIONALI**

### ***Consulenti per la sicurezza dei sistemi, dei dati e delle reti informatiche***

Le figure professionali comprese in questa categoria operano nel vasto settore della consulenza aziendale offerta alle imprese per supportarle nell'analisi e nella risoluzione delle problematiche di sicurezza informatica relative ai sistemi informativi gestionali, al trattamento dei dati, alle comunicazioni via reti, sia intranet che Internet, e allo sviluppo di applicazioni interattive.

Svolgono attività professionali altamente specializzate nell'ambito della consulenza aziendale rivolta a imprese, enti pubblici e studi professionali presso i quali sovente mancano competenze di sicurezza informatica adeguate a una corretta ed efficace gestione dei sistemi informativi, incluso il trattamento dei dati secondo le normative vigenti, la protezione delle risorse aziendali da violazioni e compromissioni dei sistemi e il mantenimento dell'operatività dei sistemi, delle reti e delle applicazioni nel caso di intrusioni informatiche o malfunzionamenti accidentali.

### ***Tecnici specializzati in tecnologie informatiche per la gestione sicura di sistemi, reti e dispositivi mobili***

Esperti di sicurezza informatica adatti a inserirsi nell'organico dei sistemi informativi aziendali per apportare indispensabili competenze nella gestione sicura del data center, delle basi di dati, dell'architettura e degli apparati di rete, dei personal computer e dei dispositivi mobili aziendali.

Le funzioni ricoperte includono: la gestione delle procedure di accesso ai sistemi e alle risorse informatiche, la configurazione sicura degli apparati, la configurazione e la gestione di tecnologie specifiche per la

sicurezza informatica, il monitoraggio dell'operatività dei sistemi informatici aziendali e la gestione delle tecnologie per il *disaster recovery* e la continuità operativa nei casi di interruzione di servizio.

La gestione sicura dei sistemi, delle reti e dei dispositivi mobili è un requisito aziendale diffuso orizzontalmente sulla gran parte dei settori industriali, della pubblica amministrazione e dei servizi. Tutte le grandi imprese e la maggior parte delle piccole e medie imprese dispone di uno staff interno per la gestione dei propri sistemi informativi, inclusi i dati proprietari e le transazioni gestionali e commerciali. I requisiti di sicurezza e di garanzia dell'operatività sono presenti e rilevanti in tutte le realtà aziendali e produttive dotate di un sistema informativo.

### ***Tecnici specializzati nell'analisi e nello sviluppo di software per la gestione aziendale con applicazione di metodologie per la sicurezza informatica***

Le figure professionali comprese in questa categoria appartengono ai profili professionali degli Analisti e progettisti di software aventi però particolari competenze riguardanti lo sviluppo e la programmazione sicura, le metodologie di test e di analisi mirate all'individuazione di vulnerabilità di sicurezza e i sistemi di correzione e prevenzione di problemi di sicurezza nel software. Sono inoltre esperti nelle tecniche (algoritmi e protocolli) crittografiche da utilizzare per la protezione dei dati mantenuti in basi di dati aziendali.

Lo sviluppo del software secondo criteri di sicurezza e la verifica della sicurezza di software di terze parti sono necessità ormai comuni alla maggior parte delle aziende, delle pubbliche amministrazioni e dei servizi. La professionalità di questo profilo trova impiego presso tutte le realtà aziendali e produttive dotate di un sistema informativo.

### ***Tecnici specializzati in metodologie per la sicurezza informatica adottate nell'analisi e nello sviluppo di applicazioni web multimediali, applicazioni interattive e per dispositivi mobili***

Le figure professionali comprese in questa categoria appartengono ai profili professionali degli Analisti e progettisti di applicazioni web per i quali è ormai indispensabile possedere specifiche competenze riguardanti la sicurezza di applicazioni caratterizzate da forte interattività, dall'operare su una rete aperta e, sempre più frequentemente, attraverso l'uso di dispositivi mobili.

Queste figure professionali integrano la capacità di sviluppo di applicazioni web con la conoscenza delle problematiche di sicurezza occupandosi di proteggere le reti aziendali e i singoli utenti da quello che oggi è il principale canale di propagazione di codice malevolo, accessi non autorizzati a risorse e crimini informatici

La sempre maggiore diffusione dell'e-commerce, delle transazioni via web tra aziende e dello sviluppo di servizi per clienti dotati di dispositivi mobili rende sempre più rilevanti queste figure professionali nel contesto produttivo, commerciale e dell'erogazione di servizi. Considerando la diffusione di truffe o violazioni informatiche realizzate via web e le conseguenze che tali eventi possono avere sulla reputazione commerciale, oltre ai danni economici diretti, tali figure professionali risultano indispensabili per tutte le aziende, sia private che pubbliche e di ogni dimensione e settore industriale, che abbiano adottato i servizi web come uno dei principali canali di comunicazione per la propria presenza commerciale o per l'erogazione di servizi.

### ***Tecnici specializzati in tecnologie dell'informazione e della comunicazione***

Le figure professionali comprese in questa categoria appartengono ai profili professionali degli esperti di utilizzo nei vari contesti operativi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, sulle quali il corso di studio della classe L-31 è fondato.

Queste figure professionali integrano la capacità di sviluppo di applicazioni informatiche con la conoscenza delle problematiche operative nei diversi contesti applicativi (automazione industriale, sistemi informativi, comunicazione digitale, supporto alle decisioni, ecc.) occupandosi di progettare, gestire e mantenere applicazioni informatiche anche complesse.

I laureati possono operare nei più svariati ambiti applicativi per la progettazione e la gestione di sistemi informatici e telematici e per lo studio di nuovi sistemi ed applicazioni

## LAUREE MAGISTRALI A CUI SI PUÒ ACCEDERE

I laureati in Sicurezza dei Sistemi e delle reti Informatiche potranno accedere al corso di laurea magistrale in Informatica Classe LM-18 e al corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica Classe LM-66. Le condizioni di ammissione ai corsi di laurea magistrale sono riportate nei manifesti dei singoli corsi di studio.

## STRUTTURA DEL CORSO

È previsto un unico curriculum.

## TIPO PERCORSO

La durata normale del corso di laurea in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche è di tre anni. Per il conseguimento della laurea lo studente deve acquisire 180 crediti formativi (CFU). L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 12 ore di esercitazioni con 13 ore di rielaborazione personale;
- 16 ore di laboratorio con 9 ore di rielaborazione personale;
- 25 ore di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

La didattica è organizzata nella doppia modalità: convenzionale e telematica.

Nella modalità convenzionale ciascun anno di corso si divide in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 12 settimane ciascuno. Sono previste lezioni frontali, esercitazioni pratiche, corsi di laboratorio e strumenti informatici di supporto alla didattica. È inoltre eventualmente prevista un'attività di stage, possibilmente esterno, presso enti pubblici o privati, e attività seminariali di orientamento al mondo del lavoro.

Nella modalità telematica ciascun corso è suddiviso in tre cicli coordinati e convenzionalmente chiamati quadrimestri, della durata di 16 settimane ciascuno, che includono le sessioni d'esame riservate agli iscritti a tale modalità. Sono previste videolezioni erogate tramite piattaforma web predisposta allo scopo, esercitazioni pratiche a distanza, corsi di laboratorio virtuali e strumenti informatici di supporto alla didattica.

In entrambe le modalità è prevista un'attività di stage, possibilmente esterno, presso enti pubblici o privati, ed attività seminariali di orientamento al mondo del lavoro.

In particolare, il progetto didattico del corso di laurea *on-line* prevede che:

- il 90% del percorso di studio venga svolto *on-line* e il restante 10% in aula;
- l'impegno sostenibile da uno studente lavoratore sia di 15 ore di studio nell'arco della settimana;
- il percorso di apprendimento sia articolato in numerose prove intermedie;
- siano accertate le competenze iniziali dello studente e siano monitorati costantemente i risultati via conseguiti, in modo da intervenire con tempestività in caso di problemi.

La pianificazione delle attività didattiche da svolgere durante l'anno accademico prevede l'alternanza strutturata dei seguenti momenti:

- le sessioni d'aula a Crema, dove lo studente si incontra con i docenti e con i propri colleghi per le lezioni di avvio dei corsi, per le verifiche intermedie se previste, per le attività di laboratorio, per le giornate di preparazione alle verifiche finali e per le prove d'esame;
- le sessioni *on-line* nel sito web dedicato, dove lo studente può controllare il calendario, leggere i messaggi del tutor, del docente o dei colleghi, scaricare il materiale da studiare, visionare le

videolezioni, svolgere esercitazioni e inviare elaborati, richiedere spiegazioni, partecipare a discussioni;

- lo studio individuale sui manuali e sulle dispense dei corsi.

Il percorso *on-line* viene definito dalle seguenti caratteristiche:

- i test di accertamento delle competenze: per le aree disciplinari di Inglese e Matematica è prevista una prova volta ad accertare le competenze pregresse dello studente e ad orientarlo correttamente verso eventuali precorsi o corsi integrativi;
- la struttura del singolo insegnamento: viene articolato in moduli/argomenti, a loro volta suddivisi in unità didattiche/sessioni di studio, al fine di rendere espliciti allo studente obiettivi e fasi del percorso didattico;
- la gestione del tempo: una dettagliata calendarizzazione delle attività da svolgere e degli argomenti da studiare fornisce un percorso consigliato, in considerazione delle scadenze delle prove intermedie e degli esami; tale percorso può essere personalizzato e adattato alle esigenze del singolo;
- i materiali didattici: sono tutti disponibili all'avvio dei singoli insegnamenti, sotto forma di videolezioni, di lezioni scritte, di dispense del corso, di mappatura dei riferimenti bibliografici, ecc.;
- le esercitazioni: sono pensate come verifica immediata dell'apprendimento e come occasione di coinvolgimento per singoli studenti o per gruppi; le esercitazioni prevedono un feedback automatico o la correzione a cura del docente;
- la comunicazione studenti/tutor/docenti: le opportunità di interazione con il tutor e di confronto con il docente sono continue, sia in presenza (molti docenti riservano delle date per il ricevimento studenti agli iscritti alla versione *on-line*), sia *on-line*, in modalità asincrona attraverso forum di discussione e/o sincrona, a seconda delle scelte del docente e delle esigenze rilevate da parte degli studenti;
- la valutazione: un sistema di autovalutazione e di valutazione in itinere permette al singolo studente di avere sempre la consapevolezza dello stato del proprio percorso formativo rispetto agli obiettivi da raggiungere;
- il tracciamento delle attività: un sistema di reportistica permette di visualizzare verso il docente/tutor e verso lo studente i dati relativi all'accesso al sito e alle sue sezioni di contenuto, alle esercitazioni svolte, alle votazioni conseguite nelle prove intermedie e negli esami finali;
- il monitoraggio del servizio: periodici questionari proposti agli studenti e ai docenti e tutor permettono di rilevare costantemente la percezione della qualità del servizio che si sta offrendo.

## NOTE

Lo studente è tenuto ogni anno a verificare l'effettiva attivazione degli insegnamenti inseriti nel manifesto.

## ARTICOLAZIONE DEGLI INSEGNAMENTI

La prova d'esame per l'insegnamento di Sistemi operativi I e Sistemi operativi II è integrata.

## TUTORATO

L'attività didattica del singolo studente della modalità *on-line* è monitorata dai tutor didattici, all'interno dei rispettivi insegnamenti, e dal tutor di processo che supervisiona l'andamento generale della comunità, mediando, se necessario, tra gli studenti e lo staff tecnico-organizzativo.

## PROVE DI LINGUA

Rientra nel percorso didattico al quale lo studente è tenuto ai fini della ammissione alla prova finale il superamento di una prova di verifica con giudizio di approvato e acquisizione di 3 CFU, relativa all'avanzata capacità di utilizzare fluentemente la lingua inglese, in forma scritta e orale, e con riferimento anche al

lessico disciplinare. L'accertamento della conoscenza avanzata della lingua inglese dovrà avvenire in uno dei seguenti modi:

- presentando una delle certificazioni di comprovata validità internazionale di livello B1, il cui elenco è consultabile sul sito del Collegio Didattico;
- superando un test di livello B1 organizzato all'interno dell'Ateneo;
- superando l'esame di uno degli insegnamenti erogati in lingua inglese attivati dal corso di laurea;
- superando l'esame di un insegnamento erogato in lingua inglese durante un periodo di studio presso un'università estera con cui l'Ateneo ha attivato una convenzione all'interno di progetti di mobilità internazionale degli studenti.

Per fornire un supporto agli studenti sarà organizzato un corso di lingua inglese che non prevede l'esame di profitto con il docente.

### **OBBLIGO DI FREQUENZA**

La frequenza non è obbligatoria ma fortemente consigliata.

### **MODALITÀ VALUTAZIONE DEL PROFITTO**

Il profitto viene valutato tramite esami scritti o orali, il cui voto viene riportato in trentesimi. Alcuni insegnamenti prevedono anche prove in itinere, non obbligatorie.

### **REGOLE GENERALI PER ISCRIZIONE E AMMISSIONE AGLI APPELLI D'ESAME**

E' obbligatoria l'iscrizione all'appello d'esame utilizzando il SIFA *on-line* dal sito [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm)

### **REGOLE GENERALI PER ISCRIZIONE ALLE ATTIVITÀ FORMATIVE E/O LABORATORI**

Nessuna.

### **SVOLGIMENTO DI STUDI/TIROCINI ALL'ESTERO**

La procedura e la modulistica per la richiesta di tirocini (è la stessa per tirocini in Italia o all'estero) è scaricabile dal sito [crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it). Per periodi di studio all'estero è necessaria l'iscrizione al progetto Erasmus+ secondo i tempi e le modalità stabilite dall'Ateneo e pubblicate sul sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it).

### **FORMULAZIONE E PRESENTAZIONE PIANO DI STUDI**

Per l'anno accademico 2014/15, i piani di studio devono essere presentati via web, all'indirizzo [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm) nei termini pubblicati sul sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it). Non è consentita la presentazione o la variazione del piano degli studi in periodi diversi e da parte di studenti non iscritti all'anno accademico.

Si ricorda che la verifica della corrispondenza tra l'ultimo piano degli studi approvato e gli esami sostenuti è condizione necessaria per l'ammissione alla laurea. Nel caso in cui, all'atto della presentazione della domanda di laurea, la carriera risulti non conforme al piano di studio lo studente non può essere ammesso all'esame di laurea.

### **CRITERI AMMISSIONE ALLA PROVA FINALE**

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve avere acquisito 177 CFU, comprensivi dello stage finale. Il calendario delle sedute di tesi di laurea, le scadenze per la presentazione delle domande di laurea e la documentazione necessaria, sono pubblicati sul sito <http://crema.di.unimi.it>.

### **CARATTERISTICHE PROVA FINALE**

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato scritto sull'attività di stage predisposto dallo studente. Tale elaborato deve essere relativo a un'attività di carattere teorico o sperimentale svolta in autonomia dallo studente presso gruppi di ricerca o imprese; l'elaborato dovrà documentare gli aspetti progettuali e realizzativi dell'attività svolta nonché i collegamenti con lo stato corrente delle conoscenze nel settore dell'Informatica.

### **ORARIO LEZIONI**

L'orario delle lezioni è disponibile alla pagina <http://crema.di.unimi.it/orario>

Il calendario didattico del corso on line è pubblicato sul sito <http://sicurezzaonline.di.unimi.it/>



## MODALITÀ DI ACCESSO: 1° ANNO PROGRAMMATO

### INFORMAZIONI E MODALITÀ ORGANIZZATIVE PER IMMATRICOLAZIONE

La domanda di ammissione al test d'ingresso deve essere presentata per via telematica dal **15 luglio al 26 agosto 2014** seguendo quanto indicato al sito: <http://www.unimi.it/studenti> - "scegli la Statale"

I termini per le immatricolazioni sono stabiliti in modo tassativo e inderogabile all'atto delle pubblicazioni delle graduatorie. Tali termini valgono anche per le immatricolazioni a seguito da trasferimento da altro ateneo, seconda laurea o passaggio interno.

### LINK UTILI PER IMMATRICOLAZIONE

<http://www.unimi.it> → SEGRETERIE STUDENTI

Il bando del test di ammissione è disponibile in rete al link:

[http://www.unimi.it/cataloghi/segreterie/Bando\\_Scienze\\_e\\_Tecnologie\\_rev2\\_luglio.pdf](http://www.unimi.it/cataloghi/segreterie/Bando_Scienze_e_Tecnologie_rev2_luglio.pdf)

Informazioni sul test e sullo svolgimento della prova su:

[http://www.cosp.unimi.it/offerta\\_didattica/F68.htm](http://www.cosp.unimi.it/offerta_didattica/F68.htm)

### ISTRUZIONI OPERATIVE

Per le pratiche di immatricolazione e per informazioni rivolgersi esclusivamente alla Segreteria Studenti - Via Bramante, 65 26013 Crema, tel. 0373/898011-12 oppure via e-mail all'indirizzo [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

### N° POSTI RISERVATI A STUDENTI EXTRACOMUNITARI NON SOGGIORNANTI IN ITALIA

5

### N° POSTI ASSEGNATI

200

### CONTENUTI E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLA PROVA

La prova di concorso per l'ammissione al corso di laurea verterà sulla verifica delle conoscenze matematiche di base. Eventuali debiti formativi aggiuntivi, da colmare entro il I anno di corso mediante attività di recupero appositamente previste, potranno essere assegnati sulla base degli esiti della prova.

Il numero programmato di 350 è suddiviso come segue: 250 posti per gli immatricolati presso la sede di Milano; 100 posti per gli immatricolati presso la sede di Crema.

Il test di ammissione è unico per tutti i corsi di laurea erogati dal Dipartimento di Informatica. All'atto dell'iscrizione alla prova lo studente esprime una o più preferenze per il corso di laurea e, ove previsto, per la sede di erogazione.

I candidati che, in base al numero dei posti disponibili, risulteranno vincitori dovranno immatricolarsi entro il termine perentorio di dieci giorni dalla data di pubblicazione delle graduatorie. La mancata immatricolazione entro il termine stabilito è una implicita rinuncia alla priorità di scelta. Scaduto il termine, i posti vacanti saranno disponibili per i candidati fuori graduatoria. Qualora, anche dopo la riapertura dei termini di immatricolazione, rimanessero posti vacanti, questi potranno essere assegnati in ordine cronologico di presentazione della domanda di immatricolazione anche a candidati degli altri corsi dell'area Informatica.

## ARTICOLAZIONE DEL CORSO DI STUDI

<b>1° ANNO DI CORSO</b>				
<b>Attività formative obbligatorie</b>				
<b>Erogazione (online)</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore</b>	<b>Forma Didattica</b>
1° + 2° semestre (1° + 2° quadr.)	Matematica del continuo	12	MAT/01-09	64 ore Lezioni 48 ore Esercitazioni
1° semestre (2° quadr.)	Diritto penale dell'informatica	6	IUS/17	48 ore Lezioni
1° semestre (1° quadr.)	Matematica del discreto	6	MAT/01-09	48 ore Lezioni
1° semestre (1° quadr.)	Programmazione	12	INF/01	72 ore Lezioni 48 ore Esercitazioni
2° semestre (2° quadr.)	Architettura degli elaboratori	6	INF/01	36 ore Lezioni 24 ore Laboratori
2° semestre	Lingua inglese	3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
2° semestre (3° quadr.)	Programmazione web e mobile	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre (3° quadr.)	Sicurezza nei sistemi web e mobili	6	INF/01	48 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>60</b>		

<b>2° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2015/16)</b>				
<b>Attività formative obbligatorie</b>				
<b>Erogazione</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore</b>	<b>Forma Didattica</b>
1° semestre	Algoritmi e strutture dati	12	INF/01	96 ore Lezioni
1° semestre	Sistemi operativi I	6	INF/01	48 ore Lezioni
1° semestre	Sistemi operativi II	6	ING-INF/05	32 ore Lezioni 32 ore Laboratori
1° semestre	Statistica e analisi dei dati	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Basi di dati	12	INF/01	80 ore Lezioni 32 ore Laboratori
2° semestre	Crittografia	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Reti di calcolatori	12	INF/01	96 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>60</b>		

**3° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2016/17)**

**Attività formative obbligatorie**

<b>Erogazione</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore</b>	<b>Forma Didattica</b>
	Aspetti economici, etici , sociali e legali connessi allo svolgimento della professione informatica	3		24 ore Lezioni
	Stage finale	15		
1° semestre	Progettazione di software sicuro	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Computer forensics	6	ING-INF/05	48 ore Lezioni
2° semestre	Gestione della sicurezza nei sistemi informativi	6	ING-IND/35	48 ore Lezioni
2° semestre	Sicurezza dei sistemi e delle reti	12	INF/01	96 ore Lezioni
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulo A- Sicurezza dei sistemi e delle reti (6 CFU, 48 ore Lezioni)</li> <li>• Modulo B- Sicurezza dei sistemi e delle reti (6 CFU, 48 ore Lezioni)</li> </ul>			
	<b>Totale CFU obbligatori</b>	<b>48</b>		

**Attività conclusive**

	Prova finale	3		
	<b>Totale CFU obbligatori</b>	<b>3</b>		

**Altre attività a scelta**

Lo studente è tenuto ad acquisire **12 CFU a libera scelta** come segue:

- insegnamenti attivati per il corrente anno accademico presso la sede di Crema
- insegnamenti liberamente scelti dallo studente tra quelli erogati dall'Ateneo
- altre attività accademiche svolte anche presso altre sedi il cui svolgimento sia certificato e quantificato in termini di CFU a condizione che il riconoscimento crediti sia approvato dal Collegio Didattico
- tirocini formativi aggiuntivi o integrativi dello stage finale svolti previa approvazione del Collegio Didattico.

Gli studenti che abbiano conseguito la certificazione EUCIP possono richiedere il riconoscimento di 3 CFU.

Gli studenti che abbiano conseguito la certificazione CISCO possono richiedere il riconoscimento di 5 CFU.

## PROPEDEUTICITÀ

Vengono illustrate le propedeuticità obbligatorie e consigliate tra i corsi che garantiscono un percorso d'apprendimento ottimale.

<b>Attività formativa</b>	<b>Attività formative propedeutiche</b>	<b>o/c</b>
Algoritmi e strutture dati	Programmazione Matematica del continuo Matematica del discreto	obbligatoria consigliata consigliata
Basi di dati	Programmazione	obbligatoria
Sistemi operativi I e II	Programmazione Architettura degli elaboratori II	obbligatoria consigliata
Statistica e analisi dei dati	Matematica del continuo Matematica del discreto	obbligatoria consigliata

**MASTER DEGREE  
IN  
INFORMATICS**

## STUDY ORGANISATION OF THE MASTER DEGREE IN INFORMATICS<sup>3</sup>

### GENERALITIES

**Belongs to master degree class:** LM-18 Informatica (*Informatics*)

**Granted qualification:** Dottore Magistrale (Master Degree)

**Active curricula:** Single curriculum

**Duration:** 2 years

**CFUs required to access the degree:** 180

**CFUs granted by the degree:** 120

**Degree years activated:** 1<sup>st</sup> year

**Access limitations:** No

**Degree code:** F94

### GRANTED TITLE

Graduated students obtain the Italian **Laurea Magistrale in Informatica**, granted by the Università degli Studi di Milano. At the Crema campus, starting from year 2011/2012, all mandatory and some complementary courses are offered in English language. The final thesis dissertation can be prepared and discussed either in Italian or in English language.

### REFERENCES

#### **Didactics Council Chair**

Prof. Nicolò Cesa Bianchi

#### **Course coordinator**

Prof. Giuseppe Boccignone

#### **Reference person in Crema campus**

Prof. Nello Scarabottolo

#### **Tutors**

Carlo Bellettini, Claudio Bettini, Sabrina

#### **Web sites**

<http://www.ccdinf.unimi.it>, <http://www.ccdinfcr.unimi.it>, <http://masterinformatics.di.unimi.it/>

#### **Crema campus of the Dipartimento di Informatica**

Via Bramante 65, Crema (CR), Phone +39 0373/898011-12,

<http://www.ccdinfcr.unimi.it>, <http://crema.di.unimi.it>, [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

#### **Milan campus of the Dipartimento di Informatica**

Via Comelico 39/41, Phone +39 02 503 16250 / 16326,

<http://www.ccdinf.unimi.it>, [infostudenti@ccdi.unimi.it](mailto:infostudenti@ccdi.unimi.it)

#### **Students office**

<http://www.unimi.it/studenti/segreteria>

---

<sup>3</sup> Please note that this student guide is just an information support, not replacing in any case the official Italian documents of the master degree (ordinamento didattico, regolamento didattico, manifesto didattico) available on the UniMi web sites and constituting the only valid regulations.

## MASTER DEGREE CHARACTERISTICS

### INTRODUCTION

The Master Degree in Informatics has been activated by the Università degli Studi di Milano since 2009/10 and belongs to the master degree class in Informatics (LM-18).

### GENERAL AND SPECIFIC GOALS

The Master Degree in Informatics aims at supplying advanced knowledge and at forming professional competences suitable for job positions in research, design and management of systems in the various application areas of computer science, with particular reference to commercial, industrial and scientific environments. Once graduated, the student will be employable in design, development, control and management of complex information systems. Her/his main goals will be the continuous improvement of information systems and the ability to foster innovation in her/his application fields. The Master Degree will thus prepare professionals characterized by high-level analytical and operating competences, but also by an open view of all problems connected with the adoption and usage of ICT.

The Master Degree ensures an advanced and complete knowledge of the main ICT sectors: networks and distributed systems, information management, theoretical informatics, computational intelligence.

The Master Degree also requires the development of a graduation thesis, to be carried on either inside the University or in another public or private Institution and to be discussed in the final graduation exam. The graduation thesis is a written report, structured as a scientific paper, to be prepared under the control of a supervisor and referring an original scientific experience related to ICT.

### ACQUIRED COMPETENCES AND SKILLS

Following the European harmonization principles, the competences and skills granted by the Master Degree in Informatics are here summarized, according to the Dublin descriptors scheme.

#### ***Knowledge and understanding***

Graduated students will possess advanced theoretical and operating competences in the following fields: information management, knowledge management, distributed systems, distributed algorithms, complex networks, mathematical logics, probability and statistics applied to information processes, automata theory, complexity theory, intelligent systems.

#### ***Applying knowledge and understanding***

Graduated students will be able to apply acquired competences to analysis, design, implementation and evaluation of complex information systems in various application fields: commerce, industry, public administration, insurances, banks, hospitals, environment management, energy management, research.

They will also be able to evaluate the correctness and the sustainability of their own design choices, as well as the effects of their own decisions regarding information systems, when applied in their professional job positions in: industries, public and private research centers, government bodies, control authorities.

#### ***Making judgments***

Graduated students will be able to formulate autonomous judgments regarding strategic decisions and design choices of companies and other institutions where they will be employed. They will also acquire the deontological professionalism principles driving the interpersonal relationships in their employment environments.

#### ***Communication skills***

Graduated students will be able to argue their own opinions and to communicate results of their own analysis and evaluation in a clear, effective way, using the English language and exploiting the possibilities offered by up-to-date computer tools as well as mathematical, statistical, econometrics tools for the analysis and the presentation of data.

### **Learning skills**

The Master Degree aims at gradually bringing students to the frontiers of research in its reference disciplines. For this reason, the Degree will also develop student's ability of continuous learning and of undertaking autonomous research activities in line with international standards, in view of a possible prosecution of their studies in the frame of PhD programs in Informatics or similar fields.

### **PROFESSIONAL PROFILE AND POSSIBLE JOB POSITIONS**

The acquired competences and skills will allow the graduated student in the Master Degree in Informatics to obtain high responsibility positions in projects requiring consultancy, analysis, design, management, maintenance, marketing of medium-to-large ICT systems.

She/he will be able to operate in a variety of application fields for the design and the management of ICT systems and for the study of new systems and applications.

These activities will take place in all areas of public and private institutions using ICT: banks, insurances, logistics and transportations, health, public administrations, telecommunications and media, service providers, industry. More specifically, roles and positions of graduated students according to the Italian ISTAT coding are listed below.

2114 Informatics and telematics

21141 Specialists in basic informatics research

21142 Analysts and designers of system and application software

21143 System analysts

21144 Information security specialists

21145 Networks and computer communications specialists

26200 Researchers and graduated technicians in mathematical and information sciences

### **Access requirements**

To register for the Master Degree in Informatics, candidates must have obtained in their previous studies at least:

- 48 CFUs (University Formative Credits) belonging to sectors INF/01, ING-INF/05
- 12 CFUs belonging to sectors MAT/01-09

Access of students not complying with the above requirements will be possible only after decision of the Didactics Council. Other curricular integrations necessary to fulfill the above requirements should be acquired before accessing the Master Degree, by passing exams of the courses of the Bachelor Degree in Informatics (Laurea in Informatica) indicated by the Didactics Council.

**Access of a student who obtained her/his Bachelor degree in a country not adopting the ECTS credit scheme will be granted after the verification of her/his personal qualification (see below).**

**On the basis of the Bachelor degree declared by a foreign applying student, a *letter of conditional acceptance* will be issued, stating that the application itself needs to be clarified by the Italian embassy of the country the student belongs to.**

To profitably follow the lessons, students should have at least a B1 knowledge of the English language, as defined by the CEFR (Common European Framework of Reference for Languages). B1 corresponds to the following levels in the most widely adopted verification schemes:

- TOEFL 57-86 (on the 0-120 TOEFL scale)
- IELTS  $\geq 4$
- PET
- BEC Preliminary
- Trinity College ISE 1 GESE5 GESE6



## DEGREE STRUCTURE

Single curriculum.

## DEGREE CURRICULUM ORGANIZATION

The standard duration of the Master Degree in Informatics is two years. To graduate, the students should acquire 120 CFUs. The acquisition of competences and skills by students is quantified in terms of CFUs according to the didactical regulations of the Università degli Studi di Milano.

The CFU is a measurement unit of the amount of learning work required to each student, corresponding to 25 hours of activities, which can include either:

- 8 hours of lectures and 17 hours of individual study;
- 12 hours of exercising and 13 hours of individual study;
- 16 hours of labs and 9 hours of individual study;
- 25 hours of activities related to the preparation of the final graduation exam.

Teaching activities are organized for each course year in two coordinated cycles, conventionally called semesters, having a minimum duration of 12 weeks each, where lectures, exercises and labs take place. It is also planned a stage activity, to be done possibly outside the university, in public or private institutions.

## SUGGESTED LEARNING AGREEMENT

In order to formulate their Study Programme, the students can refer to the Educational Paths proposed by the Didactics Council among those activated for the current academic year. Every Educational Paths aims to educate a qualified and specialized ICT professional, both for industrial and academic positions. Each Educational Path is defined by the list of the courses, with possible propaedeutic suggested courses, which provide the required of knowledge to satisfy the educational goals of the Path.

## NOTES

Student should verify each year the activation of the courses inserted in her/his study plan.

## COURSES LOCATIONS

Informatics courses in English language are held at the Crema campus of the Dipartimento di Informatica, via Bramante 65, Crema (CR). Other courses in Italian language are held at the Milan campus of the same department, via Comelico n. 39/41 – Milano, and the Settore Didattico, via Celoria – Milano.

## LANGUAGE TESTS

To be admitted to the final graduation exam, the student must demonstrate her/his ability to fluently use the written and oral English language in the technical environment through a pass/fail verification test granting 3 CFUs. Usually, this verification can be done either:

- by presenting a B2-level internationally recognized certification (list of recognized certifications is available at <http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/informazioni/linguaInglese.html>);
- by passing a B2-level test (*placement test*) organized during exam sessions;
- by frequenting a specific course provided by the Faculty and by passing the level-B2 test.

**For students of the English edition of the Master Degree in Informatics, such a verification test is substituted by the first passed exam of one of the courses of the Degree.**

## ATTENDANCE OBLIGATION

The attendance is not compulsory, but strongly recommended.

## **PROFICIENCY ASSESSMENT METHODS**

The proficiency is assessed through written and oral exams, with results expressed in thirtieths. Some teachers organize *in itinere* exams, on a voluntary basis.

## **GENERAL RULES FOR ENROLMENT AND ADMISSION TO THE EXAMS**

It is mandatory the enrollment to the exams using the SIFA on-line service at [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm)

## **GENERAL RULES FOR ENROLMENT TO THE EDUCATIONAL ACTIVITIES AND LABORATORIES**

None.

## **FULFILLMENT OF STUDIES/INTERNSHIP ABROAD**

The procedure and forms for applying for internships (same for internship in Italy or abroad) can be downloaded from [crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it). For periods of study abroad, the subscription to the Erasmus project is necessary, according to the timing and the procedures established by UniMi and published on [www.unimi.it](http://www.unimi.it).

## **FORMULATION AND PRESENTATION OF THE STUDY PROGRAMME**

Students must submit their Study Programme, in compliance with the UniMi Academic Regulations, choosing complementary courses among those listed in the course programs. The choice can be made from the 1<sup>st</sup> year and may be modified during the following year. The Study Programme should also indicate how the student intends to obtain the free choice CFUs that can be chosen from courses offered by UniMi, or selected from among those proposed by the Didactics Coordination Council.

The Study Programme must be submitted using the service provided at [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm), during the periods stated by the Students Offices.

The Study Programme, which has to result as an organic and coherent whole, will be evaluated and approved by the Didactics Council. The students can formulate their Study Programme autonomously, and can be inspired by the suggested Educational Paths.

## **FINAL EXAM ADMISSION CRITERIA**

In order to be admitted to the final exam (laurea) the student must have at least 81 CFUs, as stated by the composition rules of the present course program. The final exams agenda, the deadlines for the submission of the graduation application and the required documentation are published on [crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it).

## **FINAL EXAM PECULIARITIES**

Once the required CFUs have been acquired, in accordance with the present regulations, the student is admitted to the final exam for graduation, in compliance with the general principles expressed in the Academic Regulations, to which reference is made for any other provision on the subject. The final exam for obtaining the Master Degree in Informatics consists in the presentation and discussion of a master thesis (in English or Italian) in the form of an original work made by the student under the guidance of a supervisor, which involves an organic and complete job, that can demonstrate abilities of researching, processing and synthesis.

## **LESSONS SCHEDULE**

The class schedule for the Crema's edition is available at: <http://www.ccdinfr.unimi.it/>.

The class schedule for the Milano's edition is available at: <http://www.ccdinf.unimi.it/>.

## ADMISSION CONDITIONS: 1<sup>ST</sup> YEAR OPEN

### INFORMATION AND ORGANIZATIONAL ARRANGEMENTS FOR THE REGISTRATION

For information contact the students office at phone number +39 0373/898011-12 or by e-mail at [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it).

### USEFUL LINK FOR THE REGISTRATION

<http://www.unimi.it/ENG>

### APPLICATION REQUEST

The application request, mandatory for both graduate and final year students, must be electronically submitted from July 15<sup>th</sup> 2014 to September 5<sup>th</sup> 2014 for graduate and final year students from Italian Universities.

Students graduated in foreign universities must refer to information available at <http://www.unimi.it/ENG/courses/29528.htm>.

Admission to a Master programme is open to graduates who have at least a bachelor's degree (or equivalent) or will obtain it by 31 December 2014.

The applications must be submitted online, through the proper service "admission" available from 24 March to 5 September 2014 (the deadline for non EU applicants resident abroad is 30 June). For further information, refer to <http://www.unimi.it/ENG/courses/31188.htm>.

### PERSONAL QUALIFICATION VERIFICATION

The personal qualification of the applicants will be verified, for the admission at the Master Degree, through an interview on topics related to the fundamental subjects studied in the Bachelor courses. The interview will be conducted by a committee of teachers designated by the Didactics Coordination Council.

For students **graduated in Italian universities**, the interview can be made even before the achievement of the Bachelor Degree (which must still be obtained on or before February 28<sup>th</sup> 2015), withstanding the curricular requirements.

Compliance with the requirements will be verified by the Didactics Coordination Council.

The negative results obtained in the interview, for all graduate students and undergraduates, involves the foreclosure to the admission to the Master of Science for the current year.

If successful, the student must indicate the site chosen (Milano or Crema).

**The interview for students graduated in foreign universities will be carried on online.**

### REGISTRATION (STUDENTS WITH ITALIAN DEGREE ONLY)

Students who have successfully passed the interview will be able to enroll after 5 working days from the date of the interview/documentation exam, if already graduated, but no later than February 28<sup>th</sup> 2015, if not yet graduated at the time of the interview/documentation exam. To enroll in the Master Degree, students must acquire the Bachelor Degree no later than February 28<sup>th</sup> 2015.

The University students who graduate between October 2014 and February 2015 will attend the courses and laboratories planned for the Master Degree course and take the exams gaining their CFUs. These CFUs, in excess with respect to the 180 needed for Bachelor Degree, will be validated in order to attain the 120 credits required for the Master of Science, provided that they are achieved before January 31<sup>st</sup> 2015.

The enrollment procedure will be carried out online, although some finishing document submission may be required (for details, refer to <http://www.unimi.it/ENG/courses/31188.htm>).



## DEGREE COURSE STRUCTURE

1 <sup>st</sup> YEAR				
Mandatory educational activities				
Delivering	Training activity	CFU	Field	Teaching Format
2 <sup>nd</sup> semester	English language 2	3	L-LIN/12	24 hours Lessons
Total mandatory CFUs		3		

Optional educational activities				
Delivering	Training activity	CFU	Field	Teaching Format

**THE STUDENT WILL HAVE TO GAIN 18 CFUs BY CHOOSING FROM THE FOLLOWING CHARACTERIZING COURSES:**

1 <sup>st</sup> semester	Programmazione avanzata <i>Advanced computer programming (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Gestione dell'informazione (Milan, 2 <sup>nd</sup> sem.) <i>Information management (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Sistemi intelligenti <i>Intelligent systems (*)</i>	6	INF/01	40 hours Lessons 12 hours Lab
1 <sup>st</sup> semester	Interazione naturale	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Reti wireless e mobile <i>Wireless and mobile networks (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Informatica teorica	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Sistemi distribuiti e pervasivi	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Sviluppo software in gruppi di lavoro complessi	6	INF/01	48 hours Lessons

**2<sup>nd</sup> YEAR (to be activated from a.y. 2005/16)**

Mandatory educational activities				
Delivering	Training activity	CFU	Field	Teaching Format
	Final exam	39		
Total mandatory CFUs		39		

Optional educational activities				
Delivering	Training activity	CFU	Field	Teaching Format

**THE STUDENT WILL HAVE TO GAIN AT LEAST 30 AND NO MORE 36 CFUs BY CHOOSING FROM THE FOLLOWING COURSES (TABLE 1):**

1 <sup>st</sup> semester	Programmazione avanzata <i>Advanced computer programming (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Analisi e gestione del rischio	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Business information systems (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Heuristic algorithms (*)</i> (++)	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Gestione dell'informazione (Milan, 2 <sup>nd</sup> sem.) <i>Information Management (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Sistemi intelligenti <i>Intelligent Systems (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Methods for image processing (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons

Master Degree in Informatics

1 <sup>st</sup> semester	<i>Methods for signal processing (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Network design and optimization (**)(++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Privacy e protezione dei dati (***)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Software architectures for services (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Algoritmi e complessità (+)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Algoritmi euristici (+)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Algoritmica per il web</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Analisi di dati su larga scala</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Basi di dati multimediali</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Crittografia avanzata</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Game and level design (active in 2015/16)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Interazione naturale</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Metodi per l'elaborazione dei segnali</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Modelli dei dati e DBMS di nuova generazione</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Progetto di sistemi a sensore</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Programmazione MIDI (+)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Programmazione per la musica</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Realtà virtuale (++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Sicurezza informatica</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Tecniche speciali di programmazione</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Teoria dei linguaggi (++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Architetture software orientate ai servizi (***)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Business processing engineering (++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Informatics for industrial applications and robotics (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Modellazione ed analisi di sistemi (***)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Sicurezza delle architetture orientate ai servizi (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Simulation (++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Sviluppo software in gruppi di lavoro complessi</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Vision in industrial applications and robotics (**)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Reti wireless e mobile Wireless and mobile networks (*)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Algoritmi paralleli e distribuiti</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Architetture multimediali</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Informatica teorica</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Intelligenza artificiale per videogiochi</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Metodi probabilistici per l'informatica</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Metodi statistici per l'apprendimento</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Organizzazione ed infrastrutture per giochi online (Milano)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Programmazione grafica per il tempo reale</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Programmazione timbrica (++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Protocolli per reti ad hoc e di sensori</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Simulazione (at Milan) (+)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Sistemi distribuiti e pervasivi</i>	6	INF/01	48 hours Lessons

2 <sup>nd</sup> semester	Sviluppo di applicazioni per dispositivi mobili	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Verifica e convalida del software (+)	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Visione artificiale	6	INF/01	48 hours Lessons
<b>THE STUDENT WILL HAVE TO GAIN AT LEAST 12 AND NO MORE THAN 18CFUs BY CHOOSING ONE OF THE FOLLOWING COURSES (TABLE 2):</b>				
1 <sup>st</sup> semester	<i>Bioengineering informatics (**)(++)</i>	6	ING-INF/06	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Bioinformatics (**)(++)</i>	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Combinatorial optimization (**)(++)</i>	6	MAT/09	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Logica matematica <i>Mathematical logic</i>	6	MAT/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	<i>Complementi di ricerca operativa</i> <i>Operational research complements</i>	6	MAT/09	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Architetture e programmazione DSP	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Bioinformatica	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Cittadinanza digitale e tecnocivismo	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Geometria computazionale	6	MAT/03	40 hours Lessons 12 hours Lab
1 <sup>st</sup> semester	Gestione e protezione dei diritti d'autore (+)	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	GPU computing	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Information retrieval	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Metodi e modelli per le decisioni	6	MAT/09	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Metodi formali	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Organizzazione e digitalizzazione di teche multimediali	6	INF/01	48 hours Lessons
1 <sup>st</sup> semester	Teoria dei grafi	12	INF/01	96 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Intelligent systems for industry and environment (**)</i>	6	ING-INF/05	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	<i>Logistics (**)</i>	6	MAT/09	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Organizzazione aziendale (***)	6	SECS-P/10	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Calcolo numerico	6	MAT/08	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Gestione dell'informazione geospaziale	6	ING-INF/05	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Modelli di computazione affettiva	6	INF/01	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Ottimizzazione combinatoria (+)	6	MAT/09	48 hours Lessons
2 <sup>nd</sup> semester	Soft computing	12	INF/01	96 hours Lessons

(\*) Course held in English language at the Crema campus, and in Italian language at the Milan campus.

(\*\*) Course held in English language only at the Crema campus.

(\*\*\*) Course held in Italian language only at the Crema campus.

(+) Course held in alternate years (active in a.y. 2014/15).

(++) Course held in alternate years (active in a.y. 2015/16).

### Optional Activities

The student have to gain **12 freely chosen CFUs** from among:

- courses freely chosen by the student from among those provided by UniMi;
- other certified and CFU-quantified academic activities carried out also in other places, provided the

Didactics Council approval;

- additional internships, which can also supplement the final stage, carried out after the Didactics Council approval.

In the context of an agreement with Politecnico di Milano, a limited number of students can attend and give the exam of the course “Videogame design and programming” (Prof. Pier Luca Lanzi), 1<sup>st</sup> semester, Facoltà di Ingegneria dell’Informazione del Politecnico di Milano. Interested students must contact the student office of the Collegio Didattico di Informatica.

The EUCIP certification can grant 3 CFUs.

The CISCO certification can grant 5 CFUs.



**LAUREA MAGISTRALE  
IN  
SICUREZZA INFORMATICA**

## MANIFESTO DEGLI STUDI DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SICUREZZA INFORMATICA<sup>4</sup>

### GENERALITÀ

**Classe di laurea di appartenenza:** LM-66 Sicurezza Informatica

**Titolo rilasciato:** Dottore Magistrale

**Curricula attivi:** Metodologie per la sicurezza (A), Sistemi sicuri (B)

**Durata del corso di studi:** 2 anni

**CFU richiesti per l'accesso:** 180

**CFU da acquisire totali:** 120

**Annualità attivate:** 1° e 2° anno

**Modalità accesso:** Condizionato

**Codice corso di studi:** F2Y

### RIFERIMENTI

#### Presidente Collegio Didattico

Prof. Nicolò Cesa Bianchi

#### Coordinatore Corso di Laurea

Prof.ssa Sabrina de Capitani di Vimercati

#### Docenti tutor

Valentina Ciriani, Marco Cremonini, Ottavia D'Antona, Gabriele Gianini, Massimo Lazzaroni, Dario Malchiodi, Elvinia Riccobene, Fabio Scotti.

#### Sito web del corso di laurea

<http://www.ccdinfr.unimi.it>

#### Segreteria Studenti – Dipartimento di Informatica – Sede di Crema

Via Bramante, 65 - 26013 Crema (CR), tel.0373/898011-12

[crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it), [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

La Segreteria osserverà i seguenti orari:

da Settembre a Luglio:

lun, gio, ven: 9:00-12:00

mar: 9:00-12:00; 14:00-15:00

mer: 9:00-12:00; 15:30-16:30

Agosto:

lun-ven: 9:00-12:00

La segreteria è disponibile oltre gli orari sopra indicati previo appuntamento via mail ([segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)) o telefono (0373/898011).

La segreteria rimarrà chiusa dal 11 al 15 agosto.

---

<sup>4</sup> Si ricorda che la presente guida dello studente è un supporto informativo che non sostituisce in alcun modo i documenti ufficiali (ordinamento didattico, regolamento didattico, manifesto didattico) approvati dagli organi accademici e disponibili sui siti web di ateneo, che costituiscono a tutti gli effetti l'unica normativa vigente.

## CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

### PREMESSA

Il Corso di Laurea Magistrale in Sicurezza Informatica è attivato a partire dall'a.a. 2009/2010 nell'ambito della Classe delle Lauree Magistrali di Sicurezza Informatica (LM-66).

### ARTICOLAZIONE ANNI ACCADEMICI

Per l'a.a. 2014/15 sono attivi il primo ed il secondo anno del corso di studio.

### OBIETTIVI FORMATIVI GENERALI E SPECIFICI

Il corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica si propone di fornire conoscenze avanzate e di formare capacità professionali adeguate allo svolgimento di attività di ricerca, progettazione, realizzazione, verifica, coordinamento e gestione di sistemi informatici in diversi contesti di applicazione delle scienze e delle tecnologie informatiche, nell'ambito della sicurezza e protezione dei sistemi, delle reti e delle infrastrutture informatiche, e del trattamento sicuro e riservato dei dati.

Il laureato magistrale in Sicurezza Informatica svolge attività di progettazione, sviluppo, realizzazione, verifica, manutenzione, controllo e gestione di infrastrutture e sistemi informatici sicuri e protetti. Obiettivo fondamentale della sua attività è il miglioramento costante di sistemi informatici sicuri e protetti, anche con riferimento alla gestione sicura dei dati sensibili, accompagnato dalla capacità di recepire e proporre negli ambiti applicativi in cui opera le innovazioni che continuamente caratterizzano la disciplina. Il corso di laurea magistrale si propone dunque di formare professionisti dotati di competenze scientifiche e tecnologiche di alto livello, capacità metodologiche e operative e visione aperta e critica delle problematiche connesse all'adozione e all'uso delle tecnologie informatiche per la sicurezza in sistemi critici e ad alto rischio.

I principali sbocchi professionali sono negli ambiti della sicurezza di infrastrutture e sistemi informatici e del trattamento di dati sensibili per imprese, aziende di servizi, enti della pubblica amministrazione e, più in generale, per qualunque organizzazione utilizzi sistemi informatici.

Il corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica assicura ai propri laureati una formazione avanzata e completa in relazione alle fondamenta, alle metodologie, alle soluzioni scientifiche e tecnologiche relative alla sicurezza informatica.

Il corso di laurea prevede inoltre lo svolgimento di una tesi di laurea magistrale presso una struttura dell'Università o di altro Ente pubblico o privato, da presentare e discutere in sede di prova finale per il conseguimento della laurea magistrale. La tesi di laurea magistrale è un elaborato scritto, in italiano o in inglese, strutturato secondo le linee di una pubblicazione scientifica, preparato dallo studente sotto la supervisione di un relatore e concernente un'esperienza scientifica originale, attinente ai temi della sicurezza informatica.

Il corso di laurea è stato progettato per essere proficuamente seguito sia da coloro che provengono da una laurea della classe informatica e che hanno già acquisito la conoscenza relativa alle principali tecnologie della sicurezza (ai quali fornisce conoscenze relative a scienze e tecnologie informatiche fondamentali e utili alla gestione di problemi di sicurezza) sia da coloro che provengono da una laurea scientifica ma che non hanno conoscenza pregressa su temi di sicurezza (nel qual caso si prevede una particolare enfasi alle problematiche della sicurezza informatica a partire dalle basi). Qualunque sia la provenienza dei laureati ammessi, è comunque previsto un ampio percorso formativo comune, rivolto a fornire ai laureati la formazione relativa alle diverse problematiche, metodologie e soluzioni scientifiche e tecnologiche della sicurezza informatica, che preserva l'unicità del corso, consentendo la trasversalità tra i percorsi e garantendo l'omogeneità e la coerenza culturale dei laureati.

Per lo svolgimento delle attività formative sono previste lezioni frontali, esercitazioni pratiche, corsi di laboratorio e strumenti informatici di supporto alla didattica.

## **ABILITÀ E COMPETENZE ACQUISITE**

Nel rispetto dei principi dell'armonizzazione Europea, le competenze in uscita, in termini di risultati di apprendimento attesi, sviluppate dai laureati nel corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica, sono qui di seguito riportate secondo il sistema dei descrittori di Dublino.

### ***Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)***

I laureati magistrali del corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica disporranno di conoscenze e competenze teoriche e operative di livello avanzato nei seguenti campi della sicurezza informatica e della protezione dei dati e dei servizi: crittografia, sicurezza nelle reti, sicurezza delle architetture orientate ai servizi, protezione dati, modellazione e analisi di sistemi, sistemi biometrici, analisi e gestione del rischio, organizzazione aziendale, trattamento dei dati personali e sensibili, gestione degli incidenti informatici.

### ***Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)***

I laureati magistrali del corso dovranno essere in grado di applicare le conoscenze e le competenze acquisite all'analisi, al disegno, alla realizzazione e alla valutazione di sistemi informatici sicuri e protetti operanti in diversi ambiti applicativi: commerciale, industriale, pubblica amministrazione, assicurativo, bancario, ospedaliero, ambientale, energetico, ricerca.

Essi dovranno altresì essere in grado di impiegare gli strumenti conoscitivi sviluppati durante il corso di studi per analizzare e valutare da un punto di vista professionale - nell'ambito di imprese, di centri di ricerca pubblici e privati, di organismi governativi, nonché di autorità di controllo e di garanzia – la correttezza e la conformità di scelte progettuali nonché gli effetti di decisioni sul corretto funzionamento di sistemi informatici e le necessarie garanzie di protezione dei dati.

### ***Autonomia di giudizio (making judgements)***

I laureati magistrali del corso dovranno acquisire una piena capacità di formulare giudizi autonomi e consapevoli in merito alle decisioni e alle scelte progettuali delle imprese, delle organizzazioni e degli enti in cui si trovassero ad operare. Essi dovranno anche assimilare appieno i principi di deontologia professionale che guidano le relazioni interpersonali nei contesti occupazionali di riferimento nei quali potranno imbattersi nella vita professionale successiva al conseguimento della laurea magistrale.

### ***Abilità comunicative (communication skills)***

I laureati magistrali del corso dovranno essere in grado di argomentare le proprie posizioni e di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace, utilizzando la lingua di lavoro più diffusa nei contesti lavorativi internazionali di riferimento (inglese) e avvalendosi, con piena padronanza tecnica, dei più aggiornati strumenti informatici, nonché degli strumenti più avanzati (informatici, matematici, statistici, econometrici) per l'analisi, l'elaborazione e la presentazione di dati.

### ***Capacità di apprendimento (learning skills)***

Il corso di laurea magistrale si propone di condurre i propri studenti, sia pure in maniera graduale, sino alla frontiera della ricerca negli ambiti disciplinari di riferimento. Proprio per questa ragione il corso intende favorire in maniera prioritaria lo sviluppo di capacità di ulteriore apprendimento da parte dei propri studenti, nonché l'acquisizione di abilità e competenze metodologiche e teoriche che consentano ai propri laureati magistrali di intraprendere in maniera autonoma attività di approfondimento e ricerca scientifica secondo standard internazionali, anche al fine di un'eventuale prosecuzione degli studi nell'ambito di programmi di dottorato in campo Informatico e in altri campi affini.

## **PROFILO PROFESSIONALE E SBocchi OCCUPAZIONALI**

Il livello di conoscenze e competenze raggiunto permetterà ai laureati in Sicurezza Informatica di esercitare funzioni di elevata responsabilità nell'ambito di progetti che prevedano attività di consulenza, analisi, progettazione, gestione, manutenzione, marketing di sistemi informatici di medie-grandi dimensioni.

I laureati potranno operare nei più svariati ambiti applicativi per la progettazione e la gestione di sistemi informatici e telematici e per lo studio di nuovi sistemi e applicazioni.

Questa attività potrà svolgersi in tutti gli ambiti del settore pubblico e privato che utilizzano tecnologie informatiche. Quindi i principali segmenti di mercato interessati sono: banche, assicurazioni, logistica e trasporti, sanità, pubbliche amministrazioni, telecomunicazioni e media, società di servizi, industria. In modo più puntuale, gli specifici ruoli e professionalità del laureato, secondo la codifica dell'ISTAT, sono sotto riportati.

2.1.1.4.1 Analisti e progettisti di software

2.1.1.4.2 Analisti di sistema

2.1.1.5.4 Specialisti in sicurezza informatica

2.1.1.5.1 Specialisti in reti e comunicazioni informatiche

2.6.2.1.1 Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione

## CONOSCENZE PER L'ACCESSO

È condizione per l'ammissione che i candidati abbiano acquisito negli studi pregressi almeno:

- 48 crediti nei settori INF/01
- 12 crediti nei settori MAT/01-09

Possono altresì accedere al corso i laureati non in possesso dei suddetti requisiti, previa delibera del Collegio Didattico.

In tutti i casi, ai fini dell'ammissione, la verifica del possesso dei requisiti consisterà nella valutazione della carriera universitaria pregressa effettuata sulla base dei seguenti titoli: certificazione di laurea con voto, elenco degli esami superati con voto, e numero di crediti, programmi dei singoli insegnamenti ove non disponibili sul sito web dell'Università degli Studi di Milano.

I periodi per la presentazione delle domande di ammissione saranno pubblicati sul sito del Collegio Didattico. Eventuali integrazioni curriculari, in termini di crediti formativi universitari, dovranno essere acquisite prima della verifica dei requisiti al punto precedente, con la frequenza e l'espletamento di esami di profitto dei seguenti insegnamenti, erogati nell'ambito della Laurea in Sicurezza dei Sistemi e delle Reti Informatiche: Matematica del continuo (MAT/01-09), Matematica del discreto (MAT/01-09), Architettura degli elaboratori I (INF/01), Programmazione (INF/01), Sistemi operativi I (INF/01), Sistemi operativi II (ING-INF/05), Algoritmi e strutture dati (INF/01), Reti di calcolatori (INF/01), Basi di dati (INF/01), Crittografia (INF/01), Sicurezza nei sistemi Web e mobili (INF/01), Progettazione di software sicuro (INF/01), Sicurezza dei sistemi e delle reti (INF/01), Programmazione Web e mobile (INF/01), Statistica e analisi dei dati (INF/01), Gestione della sicurezza nei sistemi informativi (ING-IND/35), Computer forensics (ING-INF/05).

## STRUTTURA DEL CORSO

Il corso di laurea si articola in due curricula: metodologie per la sicurezza (A) e sistemi sicuri (B). I due curricula, pur presentandosi nettamente caratterizzati, condividono un'ampia base comune che preserva l'unicità del corso.

Al compimento degli studi, per ciascuno dei due curricula, viene conseguita la laurea magistrale in Sicurezza Informatica, classe delle lauree magistrali in Sicurezza Informatica LM-66.

In relazione agli obiettivi formativi propri del corso di laurea e alle principali connotazioni della preparazione di base da esso fornita, i due curricula e i relativi obiettivi formativi specifici vengono definiti come segue.

### Curriculum A (Metodologie per la sicurezza)

È obiettivo specifico di questo curriculum fornire conoscenze relative a scienze e tecnologie informatiche fondamentali e utili alla gestione di problemi di sicurezza a coloro che provengono da una laurea della classe informatica e che hanno già acquisito la conoscenza relativa alle principali tecnologie della sicurezza. In particolare, questo curriculum deve essere scelto dai laureati triennali in sicurezza dei sistemi e delle reti informatiche e non può essere scelto da laureati in altri corsi di laurea triennale della classe informatica dell'Università degli Studi di Milano.

### **Curriculum B (Sistemi sicuri)**

È obiettivo specifico di questo curriculum fornire conoscenze relative alle problematiche della sicurezza informatica a partire dalle basi a coloro che provengono da una laurea scientifica ma che hanno limitata conoscenza pregressa su temi di sicurezza. In particolare questo curriculum non può essere scelto dai laureati triennali in sicurezza dei sistemi e delle reti informatiche.

### **TIPO PERCORSO**

La durata normale del corso di laurea magistrale in Sicurezza Informatica è di due anni. Per il conseguimento della laurea lo studente deve acquisire 120 crediti formativi (CFU). L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 12 ore di esercitazioni con 13 ore di rielaborazione personale;
- 16 ore di laboratorio con 9 ore di rielaborazione personale;
- 25 ore di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 12 settimane ciascuno. Sono previste lezioni frontali e laboratori. È inoltre prevista un'attività di stage possibilmente esterno, presso enti pubblici o privati.

### **NOTE**

Lo studente è tenuto ogni anno a verificare l'effettiva attivazione dei corsi inseriti a manifesto.

### **PROVE DI LINGUA**

Rientra nel percorso didattico al quale lo studente è tenuto ai fini della ammissione alla prova finale il superamento di una prova di verifica con giudizio di approvato e acquisizione di 3 CFU, relativa all'avanzata capacità di utilizzare fluentemente la lingua inglese, in forma scritta e orale, e con riferimento anche al lessico disciplinare. L'accertamento della conoscenza avanzata della lingua inglese dovrà avvenire in uno dei seguenti modi:

- presentando una delle certificazioni di comprovata validità internazionale di livello B2, il cui elenco è consultabile sul sito del Collegio Didattico;
- superando un test di livello B2 organizzato all'interno dell'Ateneo;
- sostenendo e superando l'esame di uno degli insegnamenti erogati in lingua inglese attivati dal corso di laurea;
- superando l'esame di un insegnamento erogato in lingua inglese durante un periodo di studio presso un'università estera con cui l'Ateneo ha attivato una convenzione all'interno di progetti di mobilità internazionale degli studenti.

Per fornire un supporto agli studenti sarà organizzato un corso di lingua inglese che non prevede l'esame di profitto con il docente.

### **OBBLIGO DI FREQUENZA**

La frequenza non è obbligatoria ma fortemente consigliata.

## **MODALITÀ VALUTAZIONE DEL PROFITTO**

Il profitto viene valutato tramite esami scritti od orali, il cui voto viene riportato in trentesimi. Alcuni insegnamenti prevedono anche prove in itinere, non obbligatorie.

## **REGOLE GENERALI PER ISCRIZIONE E AMMISSIONE AGLI APPELLI D'ESAME**

E' obbligatoria l'iscrizione all'appello d'esame utilizzando il SIFA *on-line* dal sito [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm)

## **REGOLE GENERALI PER ISCRIZIONE ALLE ATTIVITÀ FORMATIVE E/O LABORATORI**

Nessuna.

## **SVOLGIMENTO DI STUDI/TIROCINI ALL'ESTERO**

La procedura e la modulistica per la richiesta di tirocini (è la stessa per tirocini in Italia o all'estero) è scaricabile dal sito [crema.di.unimi.it](http://crema.di.unimi.it). Per periodi di studio all'estero è necessaria l'iscrizione al progetto Erasmus secondo i tempi e le modalità stabilite dall'Ateneo e pubblicate sul sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it).

## **FORMULAZIONE E PRESENTAZIONE PIANO DI STUDI**

Per l'anno accademico 2014/15, i piani di studio devono essere presentati via web, all'indirizzo [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm), nei termini pubblicati al sito [www.unimi.it](http://www.unimi.it).

Non è consentita la presentazione o la variazione del piano degli studi in periodi diversi e da parte di studenti non iscritti all'anno accademico.

Si ricorda che la verifica della corrispondenza tra l'ultimo piano degli studi approvato e gli esami sostenuti è condizione necessaria per l'ammissione alla laurea. Nel caso in cui, all'atto della presentazione della domanda di laurea, la carriera risulti non conforme al piano di studio lo studente non può essere ammesso all'esame di laurea.

## **CRITERI AMMISSIONE ALLA PROVA FINALE**

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve aver acquisito 81 CFU.

## **CARATTERISTICHE PROVA FINALE**

Acquisiti, nel rispetto delle presenti norme regolamentari, i necessari crediti formativi, lo studente è ammesso a sostenere la prova finale per il conseguimento del titolo. In ottemperanza ai criteri generali, espressi dai regolamenti vigenti, ai quali si rimanda per ogni altra disposizione in materia, la prova finale per il conseguimento della laurea magistrale in Sicurezza Informatica consiste nella presentazione e discussione di una tesi di laurea magistrale (in lingua inglese o italiana) elaborata in forma originale dallo studente sotto la guida di un relatore, che comporti un lavoro organico e completo, atto a dimostrare capacità di ricerca, elaborazione e sintesi.

## **ORARIO LEZIONI**

L'orario delle lezioni è disponibile alla pagina <http://crema.di.unimi.it/orario>.

## MODALITÀ DI ACCESSO: 1° ANNO CONDIZIONATO

### INFORMAZIONI E MODALITÀ ORGANIZZATIVE PER IMMATRICOLAZIONE

Dal **15 luglio** al **5 settembre** è possibile presentare la domanda di ammissione seguendo le modalità indicate sul sito di Ateneo <http://www.unimi.it/studenti>. Il colloquio non ci sarà più l'ammissione verrà decisa esclusivamente in base alla valutazione della carriera.

Per le pratiche di immatricolazione e per informazioni rivolgersi alla Segreteria Studenti - Via Bramante, 65 26013 Crema, tel. 0373/898011-12 oppure via e-mail all'indirizzo [segreteria.studenti.crema@unimi.it](mailto:segreteria.studenti.crema@unimi.it)

### LINK UTILI PER IMMATRICOLAZIONE

<http://www.unimi.it/studenti/immconcl/1806.htm>

### N° POSTI RISERVATI A STUDENTI EXTRACOMUNITARI NON SOGGIORNANTI IN ITALIA

9

### DOMANDA DI AMMISSIONE

#### *Candidati con titolo conseguito in Italia*

La domanda di ammissione è obbligatoria e dovrà essere effettuata per via telematica dal **15 luglio** al **5 settembre 2014 ore 12:00** (<http://www.unimi.it/studenti/immconcl/23520.htm>); possono presentare domanda di ammissione i laureati e i laureandi, anche di altro Ateneo, che conseguono la laurea entro il **28 febbraio 2015**. L'ammissione richiede il possesso di requisiti curriculari minimi e di un'adeguata preparazione personale (DM 270/04), come descritto nel paragrafo "Conoscenze per l'accesso".

#### *Candidati con titolo conseguito all'estero*

La domanda di ammissione è obbligatoria. Tutte le informazioni sono disponibili alla pagina web [http://www.unimi.it/studenti/foreign\\_students/](http://www.unimi.it/studenti/foreign_students/)

### VERIFICA DELLA PREPARAZIONE PERSONALE

La verifica del possesso dei requisiti consisterà nella valutazione della carriera universitaria pregressa, effettuata sulla base dei seguenti titoli: certificazione di laurea con voto, elenco degli esami superati con voto, e numero di crediti, programmi dei singoli insegnamenti ove non disponibili sul sito web dell'Università degli Studi di Milano.

#### *Candidati con titolo conseguito in Italia*

Per gli studenti di un Ateneo italiano, il colloquio può essere effettuato anche prima della laurea che, ai fini dell'immatricolazione, dovrà essere conseguita entro il 28 febbraio 2015. L'esito negativo del colloquio comporta per tutti gli studenti, laureati e laureandi, la preclusione all'accesso al corso di laurea magistrale per l'anno in corso.

#### *Candidati con titolo conseguito all'estero*

I candidati in possesso dei requisiti richiesti per l'ammissione devono sostenere la prova di verifica della preparazione personale che si potrà svolgere anche in forma telematica. In tal caso le date sono concordate di volta in volta con il singolo candidato. L'esito delle stesse è comunicato al candidato per e-mail entro una settimana dal loro svolgimento.

### IMMATRICOLAZIONE

Potranno immatricolarsi solo i laureati che avranno superato con esito positivo la prova di verifica.



I candidati ammessi potranno immatricolarsi dopo 5 giorni lavorativi dalla data del colloquio e comunque entro il 31 marzo 2015, termine ultimo fissato per l'immatricolazione, con le procedure riportate sul sito web <http://www.unimi.it/> – Segreteria studenti - Ammissione e Immatricolazione alle lauree magistrali (biennio).

Gli studenti dell'Ateneo, che abbiano presentato domanda di ammissione e che si laureino tra ottobre 2014 e febbraio 2015, potranno seguire insegnamenti e laboratori previsti dal Corso di Laurea Magistrale e sostenere i relativi esami acquisendo CFU in eccedenza rispetto ai 180 necessari alla laurea triennale.

Tali CFU, purché maturati entro il 31 gennaio 2015, saranno convalidati ai fini del conseguimento dei 120 CFU richiesti per la LM.

## ARTICOLAZIONE DEL CORSO

1° ANNO DI CORSO				
Attività formative obbligatorie comuni a tutti i curricula				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Analisi e gestione del rischio	6	INF/01	48 ore Lezioni
1° semestre	Logica	6	INF/01	40 ore Lezioni 16 ore Laboratori
1° semestre	Privatezza e protezione dati	6	INF/01	48 ore Lezioni
1° semestre	Sistemi biometrici	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Lingua inglese 2	3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
2° semestre	Modellazione e analisi di sistemi	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Organizzazione aziendale	6	SECS-P/10	48 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>39</b>		

2° ANNO DI CORSO				
Attività formative obbligatorie comuni a tutti i curricula				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Trattamento dei dati sensibili	6	IUS/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Sicurezza delle architetture orientate ai servizi	6	INF/01	48 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>12</b>		

Attività conclusive comuni a tutti i curricula				
	Prova finale	39		
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>39</b>		

### Altre attività a scelta comuni a tutti i curricula

Lo studente è tenuto ad acquisire **12 CFU a libera scelta** come segue:

- insegnamenti attivati per il corrente anno accademico presso la sede di Crema
- insegnamenti liberamente scelti dallo studente tra quelli erogati dall'Ateneo
- altre attività accademiche svolte anche presso altre sedi il cui svolgimento sia certificato e quantificato in termini di CFU a condizione che il riconoscimento crediti sia approvato dal Collegio Didattico
- tirocini formativi aggiuntivi o integrativi dello stage finale svolti previa approvazione del Collegio Didattico.

Gli studenti che abbiamo conseguito la certificazione EUCIP possono richiedere il riconoscimento di 3 CFU.

Gli studenti che abbiano conseguito la certificazione CISCO possono richiedere il riconoscimento di 5 CFU.

Le richieste sopra indicate possono essere presentate solo dagli studenti che non abbiano già ottenuto tali riconoscimenti durante il percorso triennale.

## ELENCO CURRICULA ATTIVI

### CURRICULUM: [F2Y-A] METODOLOGIE PER LA SICUREZZA

È obiettivo specifico di questo curriculum fornire conoscenze relative a scienze e tecnologie informatiche fondamentali e utili alla gestione di problemi di sicurezza a coloro che provengono da una laurea della classe informatica e che hanno già acquisito la conoscenza relativa alle principali tecnologie della sicurezza. In particolare, questo curriculum deve essere scelto dai laureati triennali in sicurezza dei sistemi e delle reti informatiche e non può essere scelto da laureati in altri corsi di laurea triennale della classe informatica dell'Università degli Studi di Milano.

1° ANNO DI CORSO				
Attività formative obbligatorie specifiche del curriculum Metodologie per la sicurezza				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Affidabilità dei sistemi (dependability)	6	ING-INF/07	48 ore Lezioni
1° semestre	Linguaggi formali e automi	6	INF/01	48 ore Lezioni
2° semestre	Gestione di progetti	6	INF/01	48 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>18</b>		

### CURRICULUM: [F2Y-B] SISTEMI SICURI

È obiettivo specifico di questo curriculum fornire conoscenze relative alle problematiche della sicurezza informatica a partire dalle basi a coloro che provengono da una laurea scientifica ma che hanno limitata conoscenza pregressa su temi di sicurezza. In particolare questo curriculum non può essere scelto dai laureati triennali in sicurezza dei sistemi e delle reti informatiche.

1° ANNO DI CORSO				
Attività formative obbligatorie specifiche del curriculum Sistemi sicuri				
Erogazione	Attività formativa	CFU	Settore	Forma Didattica
1° semestre	Sicurezza delle reti	6	ING-INF/05	48 ore Lezioni
2° semestre	Computer forensics	6	ING-INF/05	48 ore Lezioni
2° semestre	Crittografia	6	INF/01	48 ore Lezioni
<b>Totale CFU obbligatori</b>		<b>18</b>		



**PROGRAMMI  
DEGLI  
INSEGNAMENTI**

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI EROGATI - A.A. 2014/2015

Nome dell'insegnamento	Pagina
Advanced computing programming	P-3
Affidabilità dei sistemi – Dependability	P-5
Algoritmi e strutture dati	P-7
Analisi e gestione del rischio	P-8
Architettura degli elaboratori	P-9
Architettura degli elaboratori I	P-10
Architettura degli elaboratori II	P-11
Automazione e misure industriali	P-12
Basi di dati	P-14
Business process engineering	P-16
Complementi di matematica	P-18
Crittografia	P-20
Diritto penale dell'informatica	P-21
Distributed systems	P-22
Elaborazione dei segnali e delle immagini	P-24
Elementi di sicurezza e privacy	P-25
Elettronica	P-26
Gestione degli incidenti informatici	P-27
Gestione di progetti	P-28
Information management	P-29
Intelligent systems	P-30
Intelligent systems for industry and environment	P-31
Linguaggi di programmazione	P-32
Linguaggi formali ed automi	P-33
Logica	P-34
Logistics	P-36
Matematica del continuo	P-37
Matematica del discreto	P-39
Mathematical logic	P-40
Methods for image processing	P-41
Methods for signal processing	P-42
Modellazione ed analisi di sistemi	P-44
Operational research complements	P-45
Organizzazione aziendale	P-47
Privacy e protezione dei dati	P-48
Progettazione del software	P-50
Progettazione di software sicuro	P-52
Progettazione model-driven del software	P-54
Programmazione	P-55
Programmazione web e mobile	P-56
Reti di calcolatori	P-58
Ricerca operativa	P-60
Sicurezza dei sistemi e delle reti	P-62
Sicurezza delle architetture orientate ai servizi	P-64

Sicurezza delle reti	P-66
Sistemi biometrici	P-68
Sistemi operativi I	P-69
Sistemi operativi II	P-70
Tecnologie e linguaggi per il Web	P-72
Tecnologie per la sicurezza e privacy	P-74
Teoria dell'informazione e della trasmissione	P-75
Trattamento dati sensibili	P-76
Wireless and mobile networks	P-78

# **Advanced Computer Programming**

**Professor: Alberto Ceselli, Stelvio Cimato, Roberto Sassi**

## **Goals**

Programming is a ubiquitous field in computer science: being able to produce and understand computer code using state-of-the-art technologies is of fundamental importance to both contribute and manage each software development task.

The course has both methodological and application-oriented objectives, to provide both theoretical understanding and practical skills for effectively programming in diverse computing domains.

From the methodological point of view, the course aims at allowing students to

- better understand computing domains
- select the most appropriate programming paradigms for each domain
- assess and improve code robustness against bugs
- improve code factorization and structuring skills
- fully exploit specialized hardware computing capabilities

From the application point of view, the course gives practical skills in

- application development using state-of-the-art object-oriented and scripting languages
- low-level programming for special purpose devices and embedded systems
- high-level programming for service oriented architectures

## **Syllabus**

A) Advanced programming paradigms

- functional and data-driven programming
- data and process abstraction; object oriented, parametric and generic programming
- reflection, reification, decorators, metaclasses and annotation
- concurrent, distributed, event-driven and GPU programming

B) Low level programming

C) Mobile, component based and aspect-oriented programming

Examples are discussed and exercises are given during lab sessions, using Python, Java, C and C++ programming languages.

## **Recommended preparatory courses**

Computer Programming (Programmazione)

## **Course materials**

Handouts, slides and tutorials given by the teachers during the course (dispense, slides e tutorial forniti dai docenti durante il corso)

## **Prerequisites**

-

## **Course assessments**

Project and oral exam

## **Lecture attendance**

Recommended

## **Teaching format**

In presence learning



**Language**

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-84/F94-84.15.1/index.html>

**Other information**

-

## Affidabilità dei sistemi - Dependability

**Docente: Lazzaroni Massimo**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso ha lo scopo di illustrare le problematiche inerenti l'affidabilità, la diagnostica e la manutenibilità dei componenti, dei sistemi e del software con particolare riguardo ai casi in cui l'informatica costituisce la parte più importante.

### Programma

#### AFFIDABILITÀ:

- Definizioni di affidabilità. Modi, meccanismi e cause di guasto. Concetti di guasto, avaria e loro classificazione. Modelli matematici di affidabilità: densità di probabilità di guasto, tasso di guasto istantaneo e "curva a vasca", legge fondamentale dell'affidabilità. Parametri statistici di affidabilità e disponibilità. Affidabilità di sistema. *Reliability Block Diagram*. Configurazioni canoniche e miste. Tecniche di calcolo di affidabilità e disponibilità per configurazioni non canoniche. Fenomeni di degradazione nei componenti elettronici (modello di Arrhenius).
- Analisi statistica dei dati di affidabilità: raccolta, classificazione e rappresentazione dei dati.
- Condizioni operative: Modelli di previsione di affidabilità. Condizioni operative. Condizioni ambientali. Climatogrammi. Previsione di affidabilità: calcolo e interpretazione del tasso di guasto ed MTBF di componenti e apparati elettronici. Uso delle banche dati.
- Disponibilità: Metodi induttivi e deduttivi. *Quality Function Deployment* (QFD). Disponibilità di sistema: analisi con il modello di Markov. Analisi dei rischi. Diagnostica. La riprogettazione del sistema, tecniche di incremento della disponibilità. Manutenibilità di sistema e tecniche di manutenzione.
- Cenni sull'analisi dei modi e degli effetti di guasto (FMEA) e della loro criticità (FMECA) e sull'analisi dell'albero delle avarie (FTA).

#### AFFIDABILITÀ NEL SOFTWARE:

- Fidatezza-Dependability nel software: *Reliability, Availability, Safety, Confidentiality, Integrity, Maintainability*. Il problema della Security. Il problema del servizio di un sistema di calcolo, del comportamento, della percezione dell'utente (umano e non). Requisiti e problematiche dei sistemi dependable: Rapidità di risposta, disponibilità, continuità di servizio, sicurezza nei confronti dell'operatore e dell'ambiente (*safety*), protezione (*security*). Fallimento (*system failure*), errore, guasto.
- Problematiche dei sistemi di calcolo: Prevenzione dai guasti (fault prevention), Tolleranza ai guasti (fault tolerance), Eliminazione del guasto (fault removal), Predizione di guasti (fault forecasting).
- Conseguimento dei requisiti, validazione e valutazione.
- Impedimenti alla dependability: guasti e loro classificazione
- I guasti intenzionali: logic bomb, Trojan horse, trapdoor, virus, worm, zombie, intrusion attempts,
- I fallimenti (fallimenti con blocco e sistemi *fail-stop*, fallimento per omissione, crash, sistemi *fail-silent*.
- *Accountability, authenticity, non-repudiability*.
- La dependability delle reti (*Survivability*).
- La manutenibilità del software. La documentazione.

#### SOFTWARE PER L'ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ:

- Cenni

### Propedeuticità consigliate

Un corso di Statistica

### Materiale di riferimento

Le dispense e i lucidi utilizzati durante le lezioni.

AA.VV. L'affidabilità nella moderna progettazione: un elemento competitivo che collega sicurezza e certificazione, Editore A&T Affidabilità & Tecnologia, Aprile 2008, ISBN: 978-88-903149-0-2.

AA.VV. Reliability Engineering, Springer, 2011, ISBN 978-3-642-20982-6,

**Prerequisiti**

-

**Modalità di esame**

Scritto e orale

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/default/F2Y-27/F2Y-27.15.1/index.html>

## Algoritmi e strutture dati

**Docente:** De Capitani di Vimercati Sabrina

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso ha lo scopo di introdurre i concetti fondamentali riguardanti l'analisi ed il progetto di algoritmi e strutture dati e l'analisi della complessità computazionale degli algoritmi.

### Programma

1. *Introduzione.* Nozione di problema e algoritmo. Analisi di algoritmi, complessità in spazio e tempo di algoritmi ricorsivi e non. Notazioni asintotiche. Calcolo dei tempi di esecuzione di un programma.
2. *Tipi di dati astratti di base.* Liste, Stack, Code: definizione ed operazioni. Implementazione (array, puntatori) con esecuzione delle operazioni e vantaggi/svantaggi.
3. *Alberi.* Concetto di albero e definizioni. Tecniche di attraversamento (inorder, preorder, postorder). Operazioni su ADT albero. Tecniche di rappresentazione. Alberi binari di ricerca: definizione, rappresentazione, operazioni. Alberi binari rosso neri: definizione, rappresentazione, operazioni.
4. *Insiemi.* Definizione, operazioni e tecniche di rappresentazione. Dizionari: definizione e operazioni. Code di priorità: concetti, esempi di utilizzo e tecniche di rappresentazione. Heap: realizzazione e esecuzione delle operazioni.
5. *Hashing.* Tavole ad indirizzamento diretto. Tavole hash. Funzioni hash. Indirizzamento aperto.
6. *Tecniche avanzate di progettazione ed analisi.* Programmazione dinamica. Algoritmi greedy.
7. *Grafi.* Grafi orientati e non orientati: definizioni e concetti principali. Tecniche di rappresentazione. Cammino minimo in grafi pesati: problema e soluzioni. Algoritmi di visita in ampiezza (BFS) e profondità (DFS). Esempi di applicazioni della DFS: test di aciclicità, ordinamento topologico, ritrovamento di componenti fortemente connesse. Esempi di applicazioni della BFS: calcolo cammino minimo in grafi non pesati. Minimo albero ricoprente: problema e soluzioni. Punti di articolazione: definizione e ritrovamento. Graph matching.
8. *Ordinamento.* Problema. Limite inferiore di complessità per gli algoritmi di ordinamento. Insertion sort, heapsort, quicksort, mergesort: descrizione ed analisi della complessità.
9. *Gestione dei dati su memoria esterna.* Problemi. B-alberi: definizione, proprietà e vantaggi. Esecuzione delle operazioni di ricerca, inserimento e cancellazione. Operazioni di concatenazione e bilanciamento nella cancellazione. Operazioni di divisione e promozione nell'inserimento.

### Propedeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, "Introduzione agli Algoritmi e Strutture Dati," McGraw-Hill, 2a edizione (2005)

### Prerequisiti

Concetti base di programmazione

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-25/F68-25.15.1/index.html>

## **Analisi e gestione del rischio**

**Docente: Cremonini Marco**

### **Obiettivi (dettagli AF)**

L'obiettivo principale del corso di Analisi e Gestione del Rischio è di presentare una panoramica significativa dell'insieme di studi e metodologie relativo all'analisi del rischio quantitativa e qualitativa e alla tematica connessa delle decisioni in condizioni di incertezza.

L'insieme di studi è intrinsecamente interdisciplinare e per la maggior parte sviluppato in discipline diverse dall'Informatica o la Sicurezza Informatica.

Tuttavia, la rilevanza di queste analisi è sempre più riconosciuta come importante per l'Informatica o la Sicurezza Informatica; le implicazioni, dirette e indirette, verranno discusse nel corso.

### **Programma**

1. Breve prospettiva storica e definizione del contesto interdisciplinare
2. Rischio, complessità e ICT
3. Rischio e vulnerabilità nelle organizzazioni.
4. Il Fattore Umano nell'analisi del rischio
5. L'analisi del rischio classica: Teoria dell'Utilità Attesa.
6. Oltre il modello classico: errori sistematici e distorsioni delle valutazioni.
7. Euristiche, Metriche
8. Metodi qualitativi di classificazione e Matrici del Rischio
9. Standard ISO/FDIS 31000, 31010 e 27001
10. Rischi e statistiche

### **Propedeuticità consigliate**

Statistica

### **Materiale di riferimento**

Articoli tecnici e scientifici in inglese disponibili dalla pagina del corso

Dispensa del docente

### **Prerequisiti**

Lettura e comprensione testi in inglese

### **Modalità di esame**

Scritto

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

Inglese (materiale didattico)

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/default/F2Y-31/F2Y-31.15.1/index.html>

### **Altre informazioni**

L'esame si tiene in modalità open-book, ovvero è possibile (molto consigliato) portare tutto il materiale didattico. Le domande d'esame richiedono di presentare analisi e commenti ragionati sulla base di una rielaborazione dei contenuti del materiale didattico.

## Architettura degli elaboratori

**Docente:** Scarabottolo Nello

### Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i concetti di base dell'architettura hardware e firmware dei sistemi di elaborazione, a partire dai fondamenti della logica digitale fino a descrivere il comportamento e la struttura circuitale dei principali componenti di un calcolatore.

L'insegnamento si articola in 36 ore (4,5cfu) di lezione e 24 ore (1,5 cfu) di laboratorio.

### Programma

#### FUNZIONAMENTO DEL CALCOLATORE

- **Architettura di riferimento.** La macchina di Von Neumann. Struttura funzionale delle componenti principali.
- **Il linguaggio macchina.** Il linguaggio Assembly. Esercizi.

#### ARCHITETTURA DEL CALCOLATORE

- **Principi di funzionamento dei sistemi elettronici digitali.** Codifica digitale delle informazioni. Algebra di commutazione, porte logiche, bistabili. Reti combinatorie e sequenziali.
- **I principali componenti dell'architettura del microcalcolatore.** Circuiti per la realizzazione delle principali funzioni di memoria. Elementi di memoria (ROM, SRAM, DRAM).
- **Architettura delle periferiche di I/O (Input/Output).** Tipi e caratteristiche dei dispositivi di I/O. Il bus: struttura e modalità di connessione. La gestione software dell'I/O.
- **Il processore:** progetto del Data Path. Circuiti per le principali operazioni aritmetiche. Progettazione di un modello di ALU.
- **Il processore:** progetto del Control Path. Progetto di un'unità di controllo. Unità di controllo cablate e microprogrammate.
- **Principali direttrici di evoluzione architetturale.** Memorie cache. Memoria virtuale. Pipelining.

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Materiale di riferimento

Dispense e lucidi a cura del docente, disponibili sul sito dell'insegnamento.

#### Materiale consigliato

- P.Patel, Y.Patt: Introduction to computing systems: from bits and gates to C and beyond, McGraw Hill.
- V.C.Hamacher, Z.G.Vranesic, S.G.Zaky: Introduzione all'Architettura dei Calcolatori, McGraw Hill.

### Prerequisiti

Si richiede una conoscenza dei concetti base di programmazione e la capacità di leggere un testo in inglese.

### Modalità di esame

Scritto + Prova pratica

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale e Online

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-40/F68-40.15.1/index.html>

# Architettura degli elaboratori I

**Docente:** Scarabottolo Nello

## Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i concetti di base relativi al funzionamento e alla struttura dei circuiti elettronici digitali, a partire dai fondamenti della logica digitale fino a descrivere le metodologie di sintesi delle reti logiche. Il laboratorio prevede l'utilizzo del software Logisim per la descrizione e la simulazione di reti logiche combinatorie e sequenziali.

L'insegnamento si articola in 36 ore (4,5cfu) di lezione e 24 ore (1,5 cfu) di laboratorio.

## Programma

### RETI LOGICHE

- **Principi di funzionamento dei sistemi elettronici digitali.** Codifica digitale delle informazioni. Algebra di commutazione e suoi teoremi principali. Funzionamento e struttura elettronica delle porte logiche.
- **Analisi e sintesi di reti combinatorie.** Analisi delle reti combinatorie: le tabelle delle verità. Espressioni logiche. Sintesi di reti combinatorie. Ottimizzazioni della sintesi di reti combinatorie.
- **Analisi e sintesi di reti sequenziali.** I bistabili e il concetto di stato. Analisi delle reti sequenziali. Classificazione delle reti sequenziali. Sintesi di reti sequenziali. Ottimizzazioni della sintesi di reti sequenziali.
- **I principali componenti integrati.** Classificazione delle famiglie di circuiti integrati. Circuiti integrati combinatori e sequenziali. Circuiti integrati programmabili (ROM, PROM, EPROM, PLA, PAL, FPGA).

## Propedeuticità consigliate

Nessuna.

## Materiale di riferimento

Dispense e lucidi a cura del docente, disponibili sul sito dell'insegnamento.

Materiale disponibile sul sito <http://ozark.hendrix.edu/~burch/logisim/>.

### MATERIALE CONSIGLIATO

- R.H.Katz: Contemporary Logic Design, Benjamin/Cummings.
- E.J.McCluskey: Logic Design Principles, Prentice Hall.

## Prerequisiti

Si richiede la capacità di leggere un testo in inglese.

## Modalità di esame

Scritto + Prova pratica

## Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

## Modalità di erogazione

Tradizionale

## Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

## Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F1X-100/F1X-100.15.1/index.html>

## Architettura degli elaboratori II

**Docente:** Scarabottolo Nello

### Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i concetti di base dell'architettura hardware e firmware dei sistemi di elaborazione, a partire dai fondamenti della logica digitale fino a descrivere il comportamento e la struttura circuitale dei principali componenti di un calcolatore.

L'insegnamento si articola in 36 ore (4,5cfu) di lezione e 24 ore (1,5 cfu) di laboratorio.

### Programma

FUNZIONAMENTO DEL CALCOLATORE

- **Architettura di riferimento.** La macchina di Von Neumann. Struttura funzionale delle componenti principali.
- **Il linguaggio macchina.** Il linguaggio Assembly. Esercizi.

ARCHITETTURA DEL CALCOLATORE

- **Principi di funzionamento dei sistemi elettronici digitali.** Codifica digitale delle informazioni. Algebra di commutazione, porte logiche, bistabili. Reti combinatorie e sequenziali.
- **I principali componenti dell'architettura del microcalcolatore.** Circuiti per la realizzazione delle principali funzioni di memoria. Elementi di memoria (ROM, SRAM, DRAM).
- **Architettura delle periferiche di I/O (Input/Output).** Tipi e caratteristiche dei dispositivi di I/O. Il bus: struttura e modalità di connessione. La gestione software dell'I/O.
- **Il processore:** progetto del Data Path. Circuiti per le principali operazioni aritmetiche. Progettazione di un modello di ALU.
- **Il processore:** progetto del Control Path. Progetto di un'unità di controllo. Unità di controllo cablate e microprogrammate.
- **Principali direttrici di evoluzione architetturale.** Memorie cache. Memoria virtuale. Pipelining.

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Materiale di riferimento

Dispense e lucidi a cura del docente, disponibili sul sito dell'insegnamento.

*Materiale consigliato*

- P.Patel, Y.Patt: Introduction to computing systems: from bits and gates to C and beyond, McGraw Hill.
- V.C.Hamacher, Z.G.Vranesic, S.G.Zaky: Introduzione all'Architettura dei Calcolatori, McGraw Hill.

### Prerequisiti

Si richiede una conoscenza dei concetti base di programmazione e la capacità di leggere un testo in inglese.

### Modalità di esame

Scritto + Prova pratica

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale e Online

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfor.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of1/default/F68-22/F68-22.15.1/index.html>



# Automazione e misure industriali

**Docente: Lazzaroni Massimo**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di studiare sia i principi dell'automazione industriale e le tecnologie digitali basate su calcolatore per il monitoraggio e il controllo di sistemi complessi sia le metodologie e le tecnologie per l'acquisizione dei segnali e delle grandezze sul campo con particolare riguardo alle grandezze che tipicamente si incontrano in automazione.

## Programma

### BASI TEORICHE

Presentazione del corso. Unità di misura. Sistema internazionale SI. Multipli e sottomultipli. Conversioni. Il problema delle cifre significative. Rappresentazione di sistemi e grandezze fisiche. Analogie elettromeccaniche.

### AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

Trasformata di Laplace. Esempi di sistemi di controllo. Elementi di teoria dei sistemi (stato di un sistema, descrizione analitica dei sistemi, funzione di trasferimento, risposta all'impulso, traiettoria di stato, studio della stabilità, transistori, diagramma di Bode, diagramma di Nyquist. Criteri di Nyquist e di Bode per lo studio della stabilità). Elementi di teoria della regolazione (retroazione, descrizione analitica di sistemi retroazionati, studio della risposta al gradino e alla rampa, implicazioni sul transitorio e sul regime, rappresentazione dei sistemi retroazionati nel dominio del tempo e delle frequenze, parametri critici). Introduzione ai sistemi numerici (influenza della rappresentazione digitale dei segnali, descrizione discreta dei sistemi, transitorio e regime, controllabilità e stabilità, evoluzione dinamica dei sistemi, regime e transitorio, componenti di un sistema di controllo digitale). L'hardware (sensori, attuatori, sistemi di trasmissione, regolatori, PLC).

Misura dei segnali (acquisizione e trattamento dei segnali, procedure di misura, incertezza, confidenza, ambienti distribuiti di misura). Il Software (caratteristiche di base del software per controllo di processo, test di software per il controllo di processo, algoritmi di base (PID). Software di mercato e software dedicato: criteri di scelta ed effetti su tempi e costi).

### MISURE INDUSTRIALI

Metrologia: misura di una grandezza fisica o di un segnale, i campioni e le unità di misura, grandezze fondamentali, gli istituti metrologici, il SIT, errore e incertezza, il concetto della riferibilità. I sistemi di misura automatici: rappresentazione dei segnali, i segnali tempo discreti, il teorema del campionamento, l'aliasing, formula di ricostruzione di Shannon, analisi nel dominio della frequenza, struttura di un sistema automatico di misura, sistemi multicanale, banda passante, multiplexing, il filtro antialiasing, gli strumenti virtuali.

Convertitori A/D: struttura, caratteristica di conversione, errori, dithering, il sample & hold, bit effettivi. La struttura dei sistemi di elaborazione numerica dei segnali: la struttura a microcalcolatore, memoria, bus, i bus industriali. Sistemi a DSP e a microcontrollore.

Interfacciamento: IEEE 488, RS 232, RS 422, RS 485, IEEE 1394, USB.

Sensori e trasduttori: principio di funzionamento, specifiche e loro utilizzo. Websensor.

Sistemi di visualizzazione e presentazione dei dati: LED, CRT e display a LCD.

## Propedeuticità consigliate

-

## Materiale di riferimento

Dispense, lucidi e articoli messi a disposizione dal docente durante il corso.

## Prerequisiti

-

## Modalità di esame

Scritto e orale

*Programma degli insegnamenti*

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F67/default/F67-22/F67-22.15.1/index.html>

# Basi di dati

**Docente: Samarati Pierangela**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso ha l'obiettivo di introdurre i concetti fondamentali delle basi di dati relazionali e dei sistemi di gestione, le metodologie di progettazione delle basi di dati, la struttura interna di un sistema di gestione delle basi di dati, la gestione delle transazioni e delle architetture distribuite. Il corso inoltre illustra alcune direzioni di evoluzione della tecnologia delle basi di dati quali la gestione dei dati semistrutturati, le basi di dati attive e le basi di dati per il supporto alle decisioni.

## Programma

1. *Introduzione alle basi di dati.* Sistemi Informativi, sistemi organizzativi e sistemi informatici. Concetto di informazione e dato. Introduzione a basi di dati e DBMS, modello dei dati, concetto di schema ed istanza. Indipendenza logica e fisica dei dati, tipologia di linguaggi per basi di dati, entità coinvolte nella gestione delle basi di dati.
2. *Modello relazionale.* Modelli logici. Modello relazionale: relazioni vs tabelle; relazioni con attributi; notazioni; informazione incompleta e valori nulli. Vincoli di integrità: vincoli di tupla; chiavi e valori nulli; vincoli di integrità referenziale.
3. *Algebra relazionale.* Operatori di base (unione, intersezione, differenza, selezione e proiezione) ed operatori derivati (natural join, theta join, semi-join). Interrogazioni in algebra relazionale ed equivalenza di espressioni algebriche. Idiomi di interrogazione.
4. *SQL.* Data Definition Language: i domini elementari, definizione di schema, tabelle e di domini. Vincoli intrarelazionali ed interrelazionali. Interrogazioni in SQL: interrogazioni semplici, operatori aggregati, clausola di GROUP BY, interrogazioni di tipo insiemistico e nidificate. Operazioni di inserimento, modifica e cancellazione. Definizione di vincoli di integrità generici, asserzioni e viste. Controllo dell'accesso.
5. *Progettazione di basi di dati.* Ciclo di vita dei sistemi informativi. Raccolta e analisi dei requisiti. Metodologia di progettazione. Fasi della progettazione. Il modello Entità-Relazione: costrutti (entità, relazione, attributo, cardinalità, identificatori, gerarchie); documentazione di schemi; regole. Strategie di progetto: top-down, bottom-up, inside-out, mista. Qualità di uno schema concettuale. Progettazione logica: ristrutturazione di schemi E-R (eliminazione delle gerarchie; scelta degli identificatori principali; partizionamento/accorpamento di entità e relazione); traduzione verso il modello relazionale; documentazione di schemi logici. Cenni alla progettazione fisica.
6. *Organizzazione fisica delle basi di dati.* Moduli per l'accesso ai dati. Memoria principale, memoria secondaria e buffer. Gestore del buffer e sue primitive. Organizzazione dei file: struttura sequenziale (seriale, ad array, ordinata), ad accesso calcolato (hash-based), ad indici (alberi). Alberi B e B+. Gestione delle tuple nelle pagine. Progettazione fisica e definizione degli indici.
7. *Gestione delle transazioni.* Definizione di transazione. Proprietà ACIDe delle transazioni. Transazioni e moduli di sistema. Gestore dell'affidabilità. Memoria stabile. Log: organizzazione, record e gestione. Guasti e loro gestione: ripresa a caldo e a freddo. Controllo della concorrenza. Anomalie delle transazioni concorrenti. Schedule seriali e serializzabili. View-equivalenza e conflict equivalenza. Locking a due fasi e sue varianti. Timestamp (monoversione e multiversione). Lock e loro gestione. Locking e livelli di isolamento in SQL. Deadlock e sua gestione. Livelock e starvation.
8. *Architetture distribuite.* Paradigmi per la distribuzione dei dati. Tipologie di architetture. Proprietà dei sistemi distribuiti. Architettura client-server. Basi di dati distribuite. Frammentazione e allocazione dei dati. Livelli di trasparenza. Transazioni in basi di dati distribuite: classificazione e gestione delle proprietà ACIDe. Ottimizzazione di query distribuite. Metodo di Lamport. Deadlock distribuiti: definizione e gestione. Protocolli di commit distribuito: commit a due fasi e sue varianti.
9. *Dati semistrutturati.* XML. Definizione di dati semistrutturati in XML. Interrogazione di dati XML: XQuery e XPath; espressioni FLOWR.
10. *Basi di dati attive.* Regole E-C-A. Trigger. Livelli e modalità di esecuzione. Caratteristiche evolute delle regole attive. Proprietà delle regole attive: terminazione, confluenza, determinismo delle osservazioni. Analisi di terminazione. Applicazioni delle regole attive.
11. *Basi di dati per il supporto alle decisioni.* OLTP vs OLAP. Basi di dati per il supporto alle decisioni (OLAP). Data warehouse: caratteristiche e architettura. Rappresentazione multidimensionale dei dati. Operazioni su dati multidimensionali. Realizzazione di un data warehouse. Progettazione di un

data warehouse: schema a stella e a fiocco di neve. Operazioni su ROLAP. Aggregazione in SQL.  
Data mining: regole di associazione e di classificazione.

**Propedeuticità consigliate**

-

**Materiale di riferimento**

- P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, *Basi di Dati: Modelli e Linguaggi di Interrogazione*, 2 ed., McGraw-Hill Italia, 2006
- P. Atzeni, S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi, R. Torlone, *Basi di Dati: Architetture e Linee di Evoluzione*, 2 ed., McGraw-Hill Italia, 2007
- S. Foresti, E. Pedrini, S. De Capitani di Vimercati, *Eserciziario di Basi di Dati*, Pitagora ed., 2006
- Slide disponibili sul sito web del corso

**Prerequisiti**

Concetti di informatica di base

**Modalità di esame**

Scritto

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of1/default/F68-26/F68-26.15.1/index.html>

# Business process engineering

**Professor: Damiani Ernesto**

## Goals

The goal of the course is the study and design of Business Processes and of the role of information systems and technologies that support them. The course will focus on the analysis, design, and implementation of Business Processes, also discussing the issues of workflow management. A number of real case studies will be presented to students during the lectures to get students used to main organizational processes, fostering an applied knowledge on Business Process modeling.

## Syllabus

The program of the course is focused on the following main points:

- Learn how to analyze, model, and design a process.
- Understand the role of workflow and process analysis in the context of Business Process Management (BPM).
- Learn the basic principles of process and workflow analysis and management.
- Study in deep the techniques and tools for process modeling and learn how to exploit them in the workflow management.

The subjects treated during the course include:

- Course Introduction
  - Introduction to Business Process
  - Introduction to process analysis and modeling
  - Introduction to BPMN
  - Use of BPMN for process modeling
- Process Modeling
  - Diagrams and swimlanes
  - Event-Driven Process Chain (EPC)
- Workflow Implementation Technologies
  - Technologies for process automation
  - Collaborative organization
  - Workflow base concepts
- Business Process Automation – Workflow Interoperability and Integration
  - Creation of Tasks, Cycles, and logic operator
  - Process and contract interoperability
  - Business workflow – deadlines, reports, tests, and process logs
- Business Process Management from an integration viewpoint
  - Migration of process model towards the implementation platform
  - Analysis of Enterprise and Business Management Tools

## Recommended preparatory courses

Course of “Architetture orientate ai servizi” (Service-oriented architectures)

## Course materials

Slide and notes of the course.

Reference: A. Grosskopf, G. Decker, and M. Weske, “The process: Business Process Modeling using BPMN,” Meghan-Kiffer Press, 2009. ISBN-13: 978-0929652269.

## Prerequisites

Web technologies, XML, and main application protocols.

## Course assessments

Exercises during the course + final project

## Lecture attendance

Recommended

**Teaching format**

In presence learning

**Language**

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfc.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-70/F94-70.15.1/index.html>

**Other information**

**COURSE EVALUATION**

- Written examination: 30.00%
- Team Design Project and presentation: 70.00%
- Extra points will be given during lessons with specific homeworks.
- Assignments: Readings and Research Papers – Besides the reading list given below, each student will be encouraged to search the web and find current journal articles related to the course.

## Complementi di matematica

**Docente:** Zampieri Elena

### Obiettivi (dettagli AF)

Proporre, sviluppare, analizzare e implementare in linguaggio MATLAB metodi numerici per l'approssimazione di alcuni problemi di analisi matematica, geometria e algebra lineare.

### Programma

1. *Introduzione al corso.* Scopo del Calcolo Numerico. Generazione e propagazione degli errori in un processo di calcolo. Condizionamento e stabilità nei problemi matematici, numerici e negli algoritmi. Rappresentazione dei numeri sul calcolatore.
2. *Risoluzione numerica di equazioni non lineari.* Metodi di bisezione, secanti, Newton, punto fisso. Analisi di convergenza. Test d'arresto.
3. *Risoluzione numerica di sistemi lineari.* Analisi dell'errore e condizionamento di un sistema lineare. A) Metodi diretti. Sistemi triangolari. Metodo di eliminazione di Gauss. Fattorizzazione LU. Pivoting. Altre fattorizzazioni. B) Metodi iterativi. Metodi di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR. Introduzione ai metodi di tipo gradiente. Splitting. Convergenza e criteri di arresto.
4. *Interpolazione e approssimazione di funzioni e di dati.* Interpolazione polinomiale: unicità del polinomio di interpolazione, forma di Lagrange e di Newton (con algoritmo di Horner). Stima dell'errore di interpolazione. Interpolazione nei nodi di Chebyshev. Splines lineari e cubiche. Approssimazione di dati nel senso dei minimi quadrati.
5. *Integrazione numerica.* Formule di quadratura interpolatorie. Formule di Newton-Cotes. Errore di quadratura e grado di precisione. Formule di quadratura composite. Formule di quadratura di Gauss.
6. *Approssimazione di autovalori e autovettori.* Localizzazione. Il metodo delle potenze.
7. *Approssimazione numerica di ODE.* Metodi di Eulero, Crank-Nicolson, Runge-Kutta 2 e 4. Concetti di consistenza, convergenza, zero-stabilità, assoluta stabilità.

### Propedeuticità consigliate

Matematica del continuo. Matematica del discreto.

### Materiale di riferimento

- Appunti sulle pagine web del corso.
- A. Quarteroni, F. Saleri: *Introduzione al calcolo scientifico: esercizi e problemi risolti con MATLAB.* Milano, Springer 2004, seconda edizione.
- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: *Matematica Numerica.* Milano, Springer 2000.
- V. Comincioli: *Analisi numerica: metodi, modelli, applicazioni.* Milano, McGraw-Hill Libri Italia 1995.
- G. Naldi, L. Pareschi: *MATLAB Concetti e progetti.* Milano, Apogeo 2002.

### Prerequisiti

Numeri reali e complessi. Polinomi. Vettori e matrici. Limiti, derivate e integrali. Studio di funzioni da  $\mathbb{R}$  in  $\mathbb{R}$ . Successioni numeriche. Funzioni da  $\mathbb{R}^2$  in  $\mathbb{R}$ . Derivate parziali. Equazioni differenziali ordinarie.

### Modalità di esame

L'esame consta di una prova scritta con l'ausilio del software MATLAB. Sono previsti anche quesiti teorici. La prova orale è facoltativa per gli studenti con scritto sufficiente (maggiore o uguale di 18/30).

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula e in laboratorio informatico.

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfer.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F67/default/F67-3/F67-3.15.1/index.html>



# Crittografia

**Docente:** Cimato Stelvio

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di introdurre gli studenti alla conoscenza dei concetti fondamentali e delle applicazioni pratiche della crittografia moderna. A partire dalle tecniche classiche di cifratura, verranno presentati durante il corso i principali algoritmi crittografici per la cifratura simmetrica e asimmetrica, per la creazione ed utilizzo di funzioni hash e mac, per la firma digitale, per lo scambio di chiavi crittografiche e per la condivisione di segreti.

## Programma

1. *Crittografia Classica*. Tecniche di crittografia classiche e crittoanalisi. Cifrari di Cesare, Playfair e Hill. Cifrari a sostituzione polialfabetica. Cifrario di Vigenere e crittoanalisi. Macchine cifranti. One-time pad. Steganografia.
11. *Crittografia Simmetrica*. Principi della cifratura a blocchi. Strutture di Feistel. DES e modalita' operative. Crittoanalisi lineare e differenziale. AES. Altri cifrari simmetrici: Blowfish, RC5 e RC4.
12. *Crittografia Asimmetrica*. Principi dei crittosistemi a chiave pubblica. RSA. Sicurezza e aspetti computazionali. Test di primalita'. Crittosistema di El-Gamal. Crittografia a curva ellittica.
13. *Funzioni Hash e MAC*. Funzioni hash: attacco del compleanno, funzioni hash iterate, MD4, MD5, SHA-1, funzioni hash basate su cifrari a blocchi. Message Authentication Code: CBC-MAC, MAC basati su funzioni hash, HMAC.
14. *Firme Digitali*. RSA, Digital Signature Standard.
15. *Gestione delle chiavi e altre applicazioni*. Gestione e scambio di chiavi: Diffie-Hellmann. PKI e Certificati. Sistemi di condivisione del segreto. Crittografia visuale.

## Propedeuticit  consigliate

Matematica discreta, Calcolo probabilit  e statistica

## Materiale di riferimento

Slide del corso

W. Stallings, "Crittografia e Sicurezza delle Reti", McGrawHill, 2004"

Douglas Stinson - *Cryptography: Theory and Practice* (Second Edition), Chapman 2002

B. Menezes, P. van Oorschot, S. A. Vanstone - *Handbook of Applied Cryptography*, CRC Press 1996

## Prerequisiti

-

## Modalit  di esame

Scritto e orale

## Modalit  di frequenza

Fortemente consigliata

## Modalit  di erogazione

Tradizionale

## Lingua in cui   tenuto l'insegnamento

Italiano

## Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-55/F68-55.15.1/index.html>

## Altre informazioni

E' possibile integrare il voto con un progetto facoltativo.

## **Diritto penale dell'informatica**

**Docente: Salvatore Davide**

### **Obiettivi (dettagli AF)**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere gli elementi essenziali dell'ordinamento penale italiano ed avrà sviluppato una conoscenza dettagliata relativa ai reati informatici in esso presenti.

### **Programma**

**Diritto penale:** principi del diritto penale (principi di legalità, irretroattività e colpevolezza); elementi del reato; principali categorie di reati (reati di condotta e di evento, reati di danno e reati di pericolo, reati commissivi e omissivi); cause di giustificazione; colpevolezza; il sistema della sanzione penale.

**Diritto penale dell'informatica:** introduzione ai reati informatici; frode informatica (art. 640-ter c.p.); abuso di carte di pagamento (art. 12 l. 197/1991); danneggiamento informatico (art. 635-bis, art. 635-ter, art. 635-quater e art. 635-quinquies c.p.); diffusione di programmi finalizzati a danneggiare un sistema informatico (art. 615-quinquies c.p.); accesso abusivo ad un sistema informatico (art. 615-ter c.p.); possesso e diffusione di codici di accesso (art. 615-quater c.p.).

### **Propedeuticità consigliate**

-

### **Materiale di riferimento**

C. Pedrazzi, Introduzione al diritto penale, Cusl, 2003

C. Pecorella, Il diritto penale dell'informatica, CEDAM, 2006, cap. I, cap. II, cap. IV e cap. V sez. seconda e terza

Un'edizione aggiornata del codice penale.

### **Prerequisiti**

-

### **Modalità di esame**

Scritto

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-8/F68-8.15.1/index.html>

### **Altre informazioni**

Gli studenti frequentanti potranno sostenere una prova intermedia relativa alla parte generale del diritto penale.

# Distributed Systems

**Professor: Foresti Sara**

## Goals

The aim of this class is to present the basic distributed system technologies. The class discusses the main issues and design choices of a distributed system, the architectural principles, with a particular focus on interconnection networks, communication among processes, remote method invocation and remote procedure call mechanisms. In addition, basic methods and algorithms for controlling concurrency are introduced

## Syllabus

1. *Introduction*  
definition of distributed system; goals (resource availability, distribution transparency, openness, scalability); types of distributed systems (computing systems, information systems, pervasive systems).
2. *Architecture of distributed systems*  
system architectures (centralized, decentralized, hybrid); middleware approaches (interceptors, adaptive middleware); the feedback control model.
3. *Processes*  
threads; virtualization; clients; servers; code migration.
4. *Communication*  
basic concepts; Remote Procedure Call; Message Oriented Communication; Stream Oriented Communication; Multicast Communication.
5. *Naming*  
basic concepts (name, identifier, address); flat, structured, and attribute-based naming systems.
6. *Synchronization*  
clock synchronization (physical clocks, GPS); logical clocks (Lamport and Vector Clocks protocols); mutual exclusion (centralized, decentralized, distributed, token ring algorithms); global node positioning; election algorithms.
7. *Consistency and Replication*  
data-centric models (continuous consistency, consistent ordering); client-centric models (eventual consistency, monotonic reads, monotonic writes, read your writes, writes follow reads); replica management; consistency protocols (continuous consistency, primary-based, replicated-write, cache coherence).
8. *Fault tolerance*  
basic concepts (failure, redundancy); process resilience; reliable client-server communication; reliable group communication; distributed commit; recovery.

## Recommended preparatory courses

- Algoritmi e strutture dati
- Basi di dati
- Reti di calcolatori
- Sistemi operativi I e II

## Course materials

Andrew Tanenbaum, Maarten van Steen “Distributed Systems, Principles and Paradigms” Prentice-Hall, 2007 (2nd edition)

## Prerequisites

-

## Course assessments

Written exam

## Lecture attendance

Recommended

*Programma degli insegnamenti*

**Teaching format**

In presence learning

**Language**

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-63/F94-63.15.1/index.html>

## **Elaborazione dei segnali e delle immagini**

**Docente:** Pizzi Rita Maria Rosa

### **Obiettivi (dettagli AF)**

Il corso si pone l'obiettivo di presentare la teoria della trasmissione a partire dal concetto di informazione, che viene esaminata in chiave sia classica che quantistica, introducendo alle applicazioni più importanti. Il corso è mutuato dal corso Teoria dell'Informazione e della Trasmissione.

### **Programma**

Introduzione al concetto di informazione classica. Studio del concetto di sorgente di informazione (discreta senza memoria e con memoria), del concetto di canale di trasmissione, dei teoremi di Shannon. Introduzione a teoria della trasmissione, teorema del campionamento, analisi spettrale del segnale e teorema di Nyquist. Introduzione dei principali metodi di codifica compresa quella convoluzionale, ed elementi di crittografia. Si introducono infine le prime nozioni di informazione quantistica ed i concetti necessari per comprendere il funzionamento dei sistemi di crittografia quantistica.

### **Propedeuticità consigliate**

Almeno 12 crediti di corsi di Matematica

### **Materiale di riferimento**

Dispense su ARIEL

E. Angeleri, Informazione: Significato e Universalità, UTET 2000 (in biblioteca).

David J.C. MacKay, A short Course in Information Theory, <http://www.cs.toronto.edu/~mackay/info-theory/course.html>

### **Prerequisiti**

Nozioni di analisi matematica

### **Modalità di esame**

Orale

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/curriculum/F1X-104/F1X-104.15.1/index.html>

## **Elementi di sicurezza e privacy**

**Docente:** Braghin Chiara

### **Obiettivi (dettagli AF)**

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i concetti di base relativi alle problematiche di sicurezza e privacy dei sistemi informatici.

### **Programma**

1. Introduzione. Descrizione dei crimini informatici. Modelli di sicurezza.
2. Politiche e modelli per il controllo dell'accesso: politiche discrezionali, mandatorie e basate sui ruoli.
3. Diversi livelli di sicurezza: Sicurezza dei sistemi operativi, Sicurezza delle reti, Programmi sicuri.
4. Protocolli di Sicurezza. Meccanismi di identificazione e autenticazione.
5. Un nuovo trend: metodi formali per la sicurezza.
6. Sicurezza nel Web.

### **Propedeuticità consigliate**

Comprensione di un testo scientifico in inglese

### **Materiale di riferimento**

Slide del corso, appunti presi a lezione e articoli in inglese che sono parte integrante del programma del corso.

### **Prerequisiti**

-

### **Modalità di esame**

Scritto

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof1/default/F1X-83/F1X-83.15.1/index.html>

# Elettronica

## In fase di assegnazione

### Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento illustra i concetti di base dell'elettronica, partendo dai concetti di base della teoria dei circuiti, descrivendo i principi di funzionamento dei dispositivi a semiconduttore e presentando alcuni semplici esempi di circuiti elettronici per l'elaborazione di segnali analogici e digitali. L'insegnamento è completato da una introduzione alla simulazione circuitale.

### Programma

INTRODUZIONE: Grandezze elettriche. Definizione delle grandezze elettriche. Unità di misura del Sistema Internazionale.

CIRCUITI IN CONTINUA: Bipoli elettrici. Resistore. Caratteristica tensione-corrente. Legge di Ohm. Generatori. Generatori indipendenti e dipendenti. Analisi dei circuiti elettrici in continua. Leggi di Kirchhoff. Nodi e maglie. Teoremi di Thévenin e di Norton. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teorema della massima potenza. Amplificatore operazionale. Amplificatore operazionale ideale. Retroazione. Stabilità.

CIRCUITI CON GRANDEZZE VARIABILI NEL TEMPO: Caratteristiche dipendenti dal tempo. Induttore. Condensatore. Energia immagazzinata. Potenza istantanea e potenza media. Analisi nel dominio del tempo. Circuito integratore. Circuito derivatore. Costante di tempo.

DISPOSITIVI E CIRCUITI ELETTRONICI: Semiconduttori. Semiconduttori intrinseci. Drogaggio. Proprietà elettriche di un semiconduttore drogato. Diodo. Giunzione p-n. Diodo a giunzione. Relazione tensione-corrente nel diodo. Risoluzione di circuiti con diodi. Transistore a giunzione. Transistore bipolare a giunzione. Regioni di funzionamento. Porte logiche con transistori bipolari. Transistore MOS. Struttura metallo-ossido-semiconduttore (MOS). Transistore MOS a svuotamento. Transistore MOS ad arricchimento. Regioni di funzionamento e relazione tensione-corrente. Tecnologia CMOS. Porte logiche in tecnologia CMOS.

CIRCUITI ELETTROMAGNETICI: Circuiti con trasformatori. Trasformatore. Raddrizzatore a semionda. Raddrizzatore a doppia semionda.

SIMULAZIONE CIRCUITALE: SPICE. Descrizione in SPICE di un circuito elettrico. Tipi di analisi. Simulazione di circuiti con SPICE.

### Propedeuticità consigliate

Analisi matematica; Fisica

### Materiale di riferimento

L.S. Bobrow: Fundamentals of Electrical Engineering - 2nd edition, Oxford University Press, Oxford, 1996.

### Prerequisiti

Conoscenze di base di analisi matematica e di elettromagnetismo

### Modalità di esame

Scritto e orale

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2014/F1X/curriculum/F68-36/F68-36.14.1/index.html>

## **Gestione degli incidenti informatici**

### **In fase di assegnazione**

#### **Obiettivi (dettagli AF)**

Fornire agli Studenti gli strumenti necessari, teorici, metodologici e tecnologici, per effettuare operazioni di Gestione e Risposta agli Incidenti di sicurezza, e contestualizzare i fondamentali della disciplina della Computer Forensics.

#### **Programma**

La gestione degli incidenti, generalità

RFC di riferimento - Request for Comments

Le best practices nella acquisizione ed analisi delle prove digitali

Aspetti organizzativi e legali della disciplina dell'incident management

L'offerta tecnologica, commerciale ed open source.

Sessioni pratiche di laboratorio

#### **Propedeuticità consigliate**

Si consiglia una conoscenza adeguata dei principi dell'information security, Elementi di programmazione, TCP/IP, FileSystem.

#### **Materiale di riferimento**

Lucidi del corso

RFC di riferimento

Software. the PTK Forensic Project (Gratuito)

#### **Prerequisiti**

La conoscenza dell'inglese è altamente consigliata.

#### **Modalità di esame**

Scritto

#### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

#### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

A distanza

#### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

#### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of1/default/F68-11/F68-11.15.1/index.html>



# Gestione di progetti

**Docente: Gianini Gabriele**

## **Obiettivi (dettagli AF)**

Il corso presenta metodi e tecniche di pianificazione, organizzazione, controllo e documentazione di un progetto software. L'obiettivo del corso è quello di fornire una visione chiara dei problemi, dei rischi e dei fattori critici associati ai progetti tecnologici, di introdurre gli studenti al ruolo e alle funzioni del project manager, di illustrare il ciclo di vita del progetto, di presentare le varie tecniche di pianificazione e gestione, di rivedere le varie metodologie di progettazione, sviluppo e collaudo del software, di introdurre alle varie tecniche di gestione del team di processo, degli utenti e delle loro aspettative.

Il corso si propone di introdurre lo studente ai concetti di base del Calcolo delle Probabilità e della Statistica inferenziale e di indicare le principali applicazioni di queste discipline in ambito informatico.

## **Programma**

Aspetti di base: persone, processi, prodotti, strumenti e tecnologie. Processi di sviluppo software e processi di gestione: rilevanza della gestione di progetto. Differenza tra i progetti software e altri tipi di progetto. Modelli di processo software. Le fasi di progetto software. Le strutture organizzative e le responsabilità: l'organigramma, i ruoli, le comunicazioni, le riunioni e il coordinamento. Planning, Estimation, e Scheduling. Istanzaione del processo e scomposizione delle attività (WBS). Definizione delle attività e delle dipendenze. Stime di impegno e durata delle attività, diagrammi GANTT e calendario di progetto, allocazione delle risorse. Economia del software. Gestione del Rischio. Monitoraggio di progetto. Controllo di progetto.

## **Propedeuticità consigliate**

-

## **Materiale di riferimento**

Sito Web del Corso

## **Prerequisiti**

-

## **Modalità di esame**

Scritto

## **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

## **Modalità di erogazione**

Tradizionale

## **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

## **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/curriculum/F2Y-28/F2Y-28.15.1/index.html>

## **Information management**

**Professor: Ceselli Alberto**

### **Goals**

- to understand the data collection, integration, processing, analysis and visualization issues as an integrated process
- to be introduced to the main methodological and practical tools for data mining and data analytics are introduced

### **Syllabus**

The Information Management course aims at presenting the whole data journey as an integrated process. In particular, for each of the following steps, suitable methodologies are reviewed and compared: (a) data collection and statistical analysis, (b) data integration, (c) data governance, quality assessment and improvement, (d) data analytics, (e) data visualization.

The core of the course is devoted to data analytics, and in particular to the advanced information management techniques that are collectively known as data mining. These techniques are oriented toward the automatic or semi-automatic extraction of knowledge from big data.

### **Recommended preparatory courses**

Databases, Algorithms and Data Structures, Software Engineering

### **Course materials**

"Data Mining: concepts and techniques" by J. Han, M. Kamber and J. Pei (3rd edition).

### **Prerequisites**

-

### **Course assessments**

Oral exam and project

### **Lecture attendance**

Recommended

### **Teaching format**

In presence learning

### **Language**

English

### **Course web page**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/curriculum/F94-60/F94-60.15.1/index.html>

# Intelligent systems

**Professor: Vincenzo Piuri**

## Goals

The course presents methodologies and techniques to implement intelligent systems for processing information and knowledge, i.e., systems which behaves like the human brain by employing computational intelligence approaches. In particular, the following main approaches will be studied: neural networks, fuzzy systems, and evolutionary computing.

## Syllabus

- **Neural networks:** Definitions. Neurons: structures, perceptrons, RBF. Neural topologies: feed-forward, feedback, SOM. Learning: supervised, unsupervised. Performance. Optimization. Classification and clustering. Associative memories. Prediction. Function approximation. Applications.
- **Fuzzy logic and systems:** Fuzzy sets. Membership functions. Fuzzy rules. Defuzzification. Fuzzy reasoning. Fuzzy systems. Rough sets. Performance. Applications.
- **Evolutionary computing:** Genomic representation. Fitness functions. Selection. Genetic algorithms. Genetic programming. Evolutionary programming. Evolutionary strategies. Differential evolution. Swarm intelligence. Artificial immune systems.
- **Hybrid systems**

## Recommended preparatory courses

Concepts of computing foundations, computer programming, calculus, and English reading.

## Course materials

Simon Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall

Timothy Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, Wiley

A.E. Eiben, J.E. Smith, Introduction to Evolutionary Computing, Springer

Course slides published in the course's website

## Prerequisites

Concepts of computing foundations, computer programming, calculus, and English reading.

## Course assessments

Oral exam and project

## Lecture attendance

Recommended

## Teaching format

In presence learning

## Language

English

## Course web page

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/curriculum/F94-62/F94-62.15.1/index.html>

## Intelligent systems for industry and environment

**Professor: Piuri Vincenzo**

### Goals

The course presents methodologies and techniques to implement intelligent systems for monitoring and control in industrial and environmental applications, typically based on computational intelligence approaches.

### Syllabus

- **Intelligent sensors:** Heterogeneous multi-sensor systems. Sensor data analysis. Diagnosys. Fault tolerance. Self-calibration. Adaptivity. Management.
- **Sensor networks:** Structure. Functions. Adaptivity. Management. Distributed data analysis. Fault tolerance. Diagnosys.
- **Measurements:** Acquisition and processing of sensor measurement in advanced adaptive infrastructures.
- **Sensor signal and image processing:** Feature extraction. Multi-sensorial data fusion. Adaptivity of measurement representation, operations and functions to the application needs. Virtual sensors. Information compression.
- **Classification and clustering:** Classification and clustering of sensor signals. Sensitivity analysis. Class robustness.
- **Data mining and knowledge extraction:** Adaptive knowledge extraction from sensor data and system information. Knowledge representation.
- **Monitoring:** Applications of intelligent system to complex system monitoring. Applications to industrial process monitoring. Quality monitoring. Applications to environmental monitoring.
- **Prediction:** Applications of intelligent system to prediction in the industry and the environment. Quality prediction.
- **Control:** Applications of intelligent system to control of industrial processes, industrial automation, robotic systems, complex products, power distribution grids, automotive and transport systems.

### Recommended preparatory courses

Concepts of computing foundations, computer programming, calculus, intelligent systems, industrial automation and measurements, and English reading.

### Course materials

Papers in English, distributed by the lecturer and made available through the course's web page.

### Prerequisites

Concepts of computing foundations, computer programming, calculus, intelligent systems, industrial automation and measurements, and English reading.

### Course assessments

Oral exam and project

### Lecture attendance

Recommended

### Teaching format

In presence learning

### Language

English

### Course web page

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-92/F94-92.15.1/index.html>

# Linguaggi di programmazione

**Docente: Trucco Gabriella**

## **Obiettivi (dettagli AF)**

Il corso intende fornire la capacità di:

- analizzare in modo critico un linguaggio di programmazione;
- classificare i linguaggi di programmazione (per esempio rispetto ai paradigmi di programmazione);
- scegliere il paradigma più adatto alla particolare applicazione che si desidera sviluppare;
- sviluppare strategie per apprendere rapidamente nuovi linguaggi di programmazione.

## **Programma**

- Introduzione: ruolo dei linguaggi di programmazione, paradigmi di programmazione
- Macchina di Turing, decidibilità algoritmica
- Descrizione di un linguaggio: struttura sintattica, analisi lessicale e sintattica
- Nomi, binding, verifica di tipo, visibilità
- Tipi di dati, tipi di dati astratti, incapsulamento
- Programmazione orientata agli oggetti, ereditarietà
- Concorrenza
- Gestione delle eccezioni
- Programmazione funzionale
- Programmazione logica

## **Propedeuticità consigliate**

Programmazione, Algoritmi e strutture dati.

## **Materiale di riferimento**

R. Sebesta “Concepts of Programming Languages”, ottava edizione, Pearson International Edition, 2009.  
Dispense e materiale fornito dal docente durante il corso.

## **Prerequisiti**

Capacità di programmazione in un linguaggio qualsiasi (ad esempio C, C++, Java) e di comprendere un testo in inglese.

## **Modalità di esame**

Scritto + esercizi di programmazione assegnati durante il corso

## **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

## **Modalità di erogazione**

Tradizionale

## **Lingua in cui è tenuto l’insegnamento**

Italiano

## **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F1X-105/F1X-105.15.1/index.html>

## Linguaggi formali ed automi

**Docente: De Capitani di Vimercati Sabrina**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso ha lo scopo di introdurre la teoria dei linguaggi formali e di illustrarne l'applicazione nelle tecniche per la compilazione e l'interpretazione dei linguaggi di programmazione.

Il corso è suddiviso in due parti: la prima parte descrive le principali proprietà dei linguaggi formali e delle loro rappresentazioni; la seconda parte analizza la struttura dei compilatori, esaminando le diverse fasi del processo di traduzione, le problematiche associate a ciascuna di esse e le relative tecniche di soluzione.

### Programma

1. *Introduzione*. Linguaggi e compilatori.
2. *Teoria dei linguaggi formali*. Concetti di base. Grammatiche. Classificazione di Chomsky. Automi e macchine di Turing.
3. *Linguaggi regolari*. Grammatiche regolari. Espressioni regolari. Automi a stati finiti.
4. *Linguaggi liberi dal contesto*. Grammatiche libere dal contesto. Automi a pila.
5. *Compilatori*. Struttura dei compilatori. Fasi di lavoro di un compilatore.
6. *Analisi lessicale*. Token e loro codifica.
7. *Analisi sintattica*. Gestione degli errori. Ottimizzazione del codice. Gestione degli errori.
8. *Analisi semantica*. Grammatiche ad attributi.

### Propedeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

- S. Crespi Reghizzi, "Linguaggi formali e compilazione," Pitagora editrice, 2006.
- Slide disponibili sul sito web del corso

### Prerequisiti

Concetti di informatica di base

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfer.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F2Y-40/F2Y-40.15.1/index.html>

# Logica

**Docente: Ciriani Valentina**

## Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento ha lo scopo principale di fornire le conoscenze di base e le capacità di ragionamento proprie della logica matematica. La prima parte dell'insegnamento ha l'obiettivo di descrivere i concetti principali della logica classica: la logica proposizionale e la logica primo ordine. La parte finale fornisce una breve introduzione ad alcune applicazioni della logica all'informatica.

## Programma

**INTRODUZIONE.** La logica linguistica, filosofica (studio dei paradossi) e matematica.

**LOGICA PROPOSIZIONALE.** Sintassi e semantica della logica proposizionale. Proposizioni atomiche, predicati e simboli di funzione. Connettivi logici e tavole di verità. Equivalenze e conseguenze logiche. Traduzione dal linguaggio naturale. Forme normali congiuntive e disgiuntive. Metodi di dimostrazione. Sistemi deduttivi del calcolo proposizionale. Uso di tool (Tarski's World, Fitch e Bool) per la modellazione e il calcolo formale.

**LOGICA DEL PRIMO ORDINE.** Sintassi e semantica della logica del primo ordine. Quantificatori e la loro logica. Traduzione dal linguaggio naturale. Sistemi deduttivi del calcolo del primo ordine. Uso di tool (Tarski's World e Fitch) per la modellazione e il calcolo formale.

**APPLICAZIONI.** Saranno discussi alcuni aspetti applicativi della logica matematica all'informatica come, per esempio: il ragionamento induttivo, i diagrammi binari di decisione, la risoluzione e la logica di BAN. ).

## Propedeuticità consigliate

-

## Materiale di riferimento

- David Barker-Plummer, Jon Barwise, and John Etchemendy. *Language, Proof, and Logic* (2nd edition), CSLI Publications, 2011.
- Andrea Asperti, Agata Ciabattoni, *Logica a Informatica* McGraw-Hill, 1997.
- Michael Huth, Mark Ryan. *Logic in Computer Science: modelling and reasoning about systems* (2<sup>nd</sup> edition), Cambridge University Press, 2004.
- Lucidi ed altro materiale disponibile sul sito web del corso.

## Prerequisiti

-

## Modalità di esame

Scritto

## Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

## Modalità di erogazione

Tradizionale

## Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

## Pagina web del corso

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/default/F2Y-35/F2Y-35.15.1/index.html>

## Altre informazioni

Metodi di accertamento: L'esame si articola in una prova scritta obbligatoria e una prova orale facoltativa (che può essere sostenuta solo dopo una prova scritta sufficiente, ovvero con votazione  $\geq 18$ ).

*Programma degli insegnamenti*

La prova scritta richiede la soluzione di esercizi di tipo applicativo e teorico, aventi contenuti e difficoltà analoghi a quelli affrontati nelle lezioni. Durante lo scritto non è ammessa la consultazione di testi o appunti. La prova orale consiste in un colloquio sugli argomenti del programma. Il voto dell'orale farà media con quello dello scritto e quindi sostenere l'orale non comporterà necessariamente un miglioramento del voto finale.



# Logistics

**Professor: Righini Giovanni**

## Goals

The course describes the supply chains operations and functions and the problems related to planning and management of logistic systems, with particular emphasis on optimization problems and on computational techniques to solve them.

## Syllabus

THE SUPPLY CHAIN:

- Terminology and definitions. Description of the supply chain and its main components.

FORECASTING:

- The problem of demand forecasting. Models and algorithms for demand forecasting. Least squares and simple linear regression.

INVENTORY MANAGEMENT:

- Models of inventory systems. Inventory systems with continuous and discrete replenishment. Single-product and multi-product systems. Single-depot and multi-depot systems. Economic order quantity. Scale economies and discount policies.

PRODUCTION LOGISTICS:

- Lot sizing problems. Mathematical models and algorithms.
- Scheduling problems. Mathematical models and algorithms.

DISTRIBUTION LOGISTICS:

- Packing problems. Mathematical models and approximation algorithms: first-fit and best-fit.
- Exact solution via spreadsheet.
- Routing problems. Vehicle routing with additional constraints and heuristic algorithms.

QUEUING THEORY:

- Definitions and properties of queuing systems. Modeling, analysis and synthesis of queuing systems. Use of software for queuing systems optimization.

## Recommended preparatory courses

Operations Research

## Course materials

Ghiani, Gianpaolo, Gilbert Laporte, Roberto Musmanno. 2004. Introduction to Logistics Systems Planning and Control. John Wiley and Sons, New York.

## Prerequisites

-

## Course assessments

Written exam

## Lecture attendance

Recommended

## Teaching format

In presence learning

## Language

English

## Course web page

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/curriculum/F94-76/F94-76.15.1/index.html>

## Matematica del continuo

**Professore: Righini Giovanni**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di presentare argomenti classici dell'analisi matematica indispensabili per affrontare qualunque corso di carattere scientifico: campi numerici, successioni e serie numeriche, calcolo differenziale ed integrale per funzioni reali di variabile reale, serie di funzioni e di potenze, e cenni sulle equazioni differenziali.

### Programma

Elementi di teoria degli insiemi

- Insiemi, applicazioni, operazioni sui sottoinsiemi, relazioni di equivalenza.
- Insiemi ordinati, massimo, minimo, estremi superiore ed inferiore.
- Numeri interi e numeri razionali.
- Il sistema dei numeri reali, struttura, operazioni, ascissa di un punto.
- Il principio di induzione.
- Insiemi finiti ed infiniti, numerabilità, potenza del continuo.

Numeri complessi

- Definizioni, forma algebrica, trigonometrica ed esponenziale.
- Rappresentazione geometrica.
- Operazioni, radici e logaritmi.

Successioni

- Successioni reali, definizioni.
- Limiti e teoremi fondamentali. Le forme di indecisione.
- $O$  piccolo,  $O$  grande, asintoticità, ordini di grandezza, proprietà.
- Successioni monotone, il numero  $e$ .
- Criterio di Cauchy.
- Successioni non regolari, massimo e minimo limite.
- Successioni definite per ricorrenza.

Funzioni reali di variabile reale

- Limiti, criterio di Cauchy, monotonia e proprietà.
- Continuità e prime proprietà.
- Teoremi sulle funzioni continue in un intervallo chiuso.
- Continuità della funzione inversa.
- Infiniti ed infinitesimi.
- Derivata: definizione e significato geometrico.
- Regole di derivazione, derivata delle funzioni elementari.
- Derivata delle funzioni composte e della funzione inversa.
- Derivate successive.
- Teoremi fondamentali del calcolo differenziale e loro applicazioni (Rolle, Lagrange, Cauchy, Hôpital).
- La formula di Taylor.
- Punti di crescita e di decrescenza, di massimo e di minimo relativo.
- Convessità.

Serie numeriche

- Definizioni, criterio generale di convergenza.
- Serie a termini positivi, criteri del confronto, della radice e del rapporto.
- Serie a termini di segno qualunque, convergenza assoluta.
- Serie a termini a segno alterno.
- Proprietà associativa e commutativa, operazioni sulle serie.

Integrazione

- Definizioni e considerazioni geometriche.
- Integrale di una funzione continua, proprietà.

- Integrali definiti.
- Teorema fondamentale del calcolo integrale.
- Integrali indefiniti.
- Integrali impropri.
- Integrazione delle funzioni elementari, integrali immediati, per decomposizione in somme, per sostituzione e per parti.
- Integrazione delle funzioni razionali fratte e di alcune trascendenti elementari.
- Calcolo degli integrali definiti.
- Cenni sull'integrale di Riemann.

Serie di funzioni (cenni)

- Successioni di funzioni.
- Serie di Funzioni.
- Serie di Taylor.
- Serie di potenze, con applicazione alle funzioni generatrici e alla risoluzione di equazioni di ricorrenza.

Equazioni differenziali (cenni)

- Definizioni.
- Equazioni a variabili separabili.
- Equazioni lineari di primo ordine.

**Propedeuticità consigliate**

-

**Materiale di riferimento**

J.P. Cecconi, G. Stampacchia, Analisi matematica. I° volume : funzioni di una variabile, Liguori Editore

**Prerequisiti**

-

**Modalità di esame**

Scritto e orale

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-20/F68-20.15.1/index.html>

## Matematica del discreto

### In fase di assegnazione

#### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di presentare una visione assiomatica di quanto studiato nelle scuole precedenti. In particolare vengono presentati vari tipi di strutture algebriche, con varie applicazioni interessanti per i corsi di laurea che hanno l'informatica come base.

#### Programma

Teoria dei numeri elementare: induzione, congruenze, classi di equivalenza e numeri razionali, rappresentazione dei numeri in varie basi.

Strutture algebriche; gruppi, anelli, campi e spazi vettoriali. Applicazioni a matrici, sistemi lineari, geometria lineare del piano e dello spazio.

#### Propedeuticità consigliate

-

#### Materiale di riferimento

BIANCHI- GILLIO: Introduzione alla Matematica Discreta – McGraw-Hill

DOLCHER: Algebra Lineare – Zanichelli

ALZATI, BIANCHI, CARIBONI: Matematica Discreta: Esercizi, CittàStudi Edizioni.

Dispense del corso

#### Prerequisiti

-

#### Modalità di esame

Scritto

#### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

#### Modalità di erogazione

Tradizionale

#### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

#### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-45/F68-45.15.1/index.html>

# Mathematical Logic

**Docente: Ciriani Valentina**

## Goals

The content objectives of the course are threefold:

- Developing the attitude for formalizing problems in propositional and first order logic.
- Understanding logic computations performed in appropriate state-of-the-art tools, such as for instance SAT-solvers, OBDD libraries, provers based on resolution, and logic programming tools.
- Acquisition of fundamental mathematical concepts related to logic, including the formal semantics of propositional and first order logic.

## Syllabus

The course presents some detailed Logic applications to Computer Science, with the aim of introducing some tools, derived from Logic, to solve problems in Computer Science.

- Brief introduction to propositional and predicate logic.
- SAT problems.
- Binary decision diagrams (OBDDs and ZDDs).
- Logic synthesis.
- Resolution and logic programming.

## Recommended preparatory courses

-

## Course materials

- Michael Huth , Mark Ryan. Logic in Computer Science: modelling and reasoning about systems (2nd edition), Cambridge University Press, 2004.
- Mordechai Ben-Ari. Mathematical Logic for Computer Science (2nd edition), Springer, 2001.
- Papers in English, distributed by the lecturer and made available through the course's web page.

## Prerequisites

Concepts of computing foundations, computer programming, and English reading.

## Course assessments

Written and oral exams

## Lecture attendance

Recommended

## Teaching format

In presence learning

## Language

English

## Course web page

<http://www.ccdinfer.unimi.it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-61/F94-61.15.1/index.html>

## Other information

The exam is composed by several mandatory assignments and an oral discussion. The assignments are posted on the course home page during the semester. By 3 days before the examination day, students must email to the instructor the resolution of the assignments. The exam consists of a discussion on the assignments and an oral examination on the course program.

## Methods for image processing

**Professor: Ferrari Stefano**

### Goals

The aim of this course is to provide the general principles on the acquisition, the representation, and the improvement of digital images and the processing techniques for extracting information from images of real scenes.

### Syllabus

The course concerns the fundamental concepts of the digital image processing. The lectures will introduce the principles of the processing of digital signals, the sampling, and encoding, the techniques generally used in image processing: geometrical operations, features extraction, equalization, filtering, transforms, image encoding and compression. Laboratory sessions will also take place in which numeric simulation software will be used.

- **Introduction:** introduction to the image processing, image basic concepts.
- **Digital images fundamentals:** light, vision and perception; acquisition and digitalization of images.
- **Image representation:** formats for the representation of digital images, pixel relations, basic mathematical operations.
- **Intensity transforms and spatial filtering:** intensity transforms, histograms, equalization, spatial domain filtering, equalization, image improvement in spatial domain.
- **Filtering in the frequency domain:** Discrete Fourier Transform, extension to 2D functions, filtering and improvement of images in the frequency domain.
- **Morphological image processing:** dilation, erosion, opening, closing, extraction of connected components, convex hull, thinning, thickening, contour extraction.
- **Image segmentation:** edge detection and linking, region based processing.
- **Image compression:** redundancy, image encoding.

### Recommended preparatory courses

Fundamentals of probability and statistics, signal processing, and programming.

### Course materials

R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing, (3 ed.), Prentice Hall, 2008. ISBN 9780131687288.

### Prerequisites

-

### Course assessments

Written and oral exams

### Lecture attendance

Recommended

### Teaching format

In presence learning

### Language

English

### Course web page

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-93/F94-93.15.1/index.html>

# Methods for signal processing

**Professor: Sassi Roberto**

## Goals

The course will cover the basis for digital signal processing at an advance undergraduate / graduate level. While rigorously covering the theoretical foundations of the discipline, the course will also include several laboratory sessions where the students will practice writing their own codes (MATLAB).

## Syllabus

- **Introduction.** Continuous-time and discrete-time signals. Sequences. Analysis of continuous-time signals in the frequency domain: the Fourier transform. Convolution and correlation.
- **Digital signals: sampling and quantization.** Sampling of continuous-time signals and the sampling theorem. Sampling of periodical signals. Aliasing. Reconstruction of continuous-time signals from samples and interpolation. Quantization.
- **Analysis of discrete-time signals in the frequency domain.** Discrete-time Fourier Transform (DTFT), Discrete Fourier Transform (DFT) and FFT algorithm. Spectral characterization of sampled signals.
- **Linear time-invariant systems (LTI).** Impulse response. Stability and causality. Systems interconnection (series, parallel, feedback). Finite-difference equations as representation of LTI systems.
- **Zeta transform.** Definition and principal properties. Region of convergence. Analysis of LTI systems via Zeta transform. Transfer functions, poles and zeros. Frequency response. Stability condition in the Zeta domain
- **FIR filters.** Linear phase and LTI filter with symmetrical impulse response. FIR filters design with the window method.
- **IIR filters.** Design of digital IIR filters starting from their analog counterparts. Sensitivity to quantization of the filter coefficients.
- **Wavelet transform.** Definition and main properties of the wavelet transform.

## Recommended preparatory courses

Courses of “matematica del continuo” (continuous mathematics and “calcolo delle probabilità e statistica matematica” (probability and mathematical statistics)

## Course materials

Material freely available from the course’s web page.

A. V. Oppenheim & R. W. Schaffer, “Discrete-Time Signal Processing” (3<sup>rd</sup> ed.), Prentice Hall, 2009. (Main textbook in English).

Massimiliano Laddomada e Marina Mondin, “Elaborazione Numerica dei Segnali”, Pearson Education Italia, 2007. (Main textbook in Italian).

John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, “Digital signal processing” (4<sup>th</sup> ed.), Pearson Prentice Hall, 2007. (Reading material).

## Prerequisites

-

## Course assessments

Written and oral exams

## Lecture attendance

Recommended

## Teaching format

In presence learning

## Language

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfer.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F94-94/F94-94.15.1/index.html>

**Other information**

Course breakdown: 20 lectures (40 hours, 5 CFU) and 8 laboratory sessions (16 hours, 1CFU).



# Modellazione ed analisi di sistemi

**Docente: Riccobene Elvinia Maria**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso presenta le fondamentali metodologie e tecniche per la specifica e l'analisi formale di sistemi complessi. Lo studente imparerà i fondamenti teorici delle metodologie di modellazione astratta sia di tipo operativo che dichiarativo, e delle tecniche di validazione e verifica formale basate su simulazione, testing, e model checking. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di usare specifici linguaggi di specifica che consentono di descrivere un sistema da analizzare e le proprietà da provare, nonché gli strumenti automatici (tool) che consentono la verifica ((semi-)automatica e/o interattiva) delle proprietà di un sistema.

## Programma

*Introduzione:* Cosa sono ed a cosa servono i Metodi Formali. Applicazione dei Metodi Formali alla progettazione ed all'analisi di sistemi.

*Modellazione ed analisi ad alto livello di astrazione.* Le Abstract State Machines (ASM). Tecniche di raffinamento di modelli. Tecniche di astrazione. Il tool-set *ASMETA* per modelli ASM. Casi di studio di specifica di sistemi.

*Modellazione ed analisi a basso livello di astrazione.* Automi di Kripke e Logica Temporale CTL: sintassi, semantica, pattern di specifica. Algoritmi di model checking. Symbolic Model Checking con rappresentazione mediante OBDD. Verifica di proprietà temporali: proprietà di raggiungibilità, di safety, di liveness, di fairness, assenza di deadlock. Astrazione di modelli: fusione degli stati; astrazione di variabili, riduzione di variabili, observer automata. Raffinamenti di modelli: mappatura di modelli ad alto livello di astrazione verso modelli temporali. Tool: NuSMV e AsmetaSMV.

## Propedeuticità consigliate

Linguaggi di Programmazione per la Sicurezza, Logica.

## Materiale di riferimento

- Egon Boerger, Robert Staerk. Abstract State Machines. A Method for High-Level System Design and Analysis. Springer Verlag, 2003.
- Michael Huth, Mark Ryan. Logic in Computer Science: modelling and reasoning about systems (2nd edition). Cambridge University Press, 2004.
- B. Berard et al., System and Software Verification Model-Checking Techniques and Tools, Springer Verlag, 2001.

## Prerequisiti

Concetti di informatica di base e quelli forniti nei corsi di "Progettazione del Software" e di "Logica".

## Modalità di esame

Scritto e prova pratica

## Modalità di frequenza

Obbligatoria

## Modalità di erogazione

Tradizionale

## Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

## Pagina web del corso

<http://www.ccdinfe.unimi.it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F2Y-36/F2Y-36.15.1/index.html>

## Altre informazioni

La prova scritta d'esame precede la prova pratica.

## Operations research complements

**Professor: Righini Giovanni**

### Goals

The course aims at presenting some of the classical algorithmic techniques in Operations Research, both for solving problems of polynomial complexity and for NP-hard problems.

### Syllabus

**EFFICIENT ALGORITHMS FOR GRAPH OPTIMIZATION PROBLEMS:**

- Graphs, definitions and properties.
- Problems of minimum cost connectivity. Minimum cost spanning tree: Kruskal, Prim, Boruvka algorithms. Minimum cost spanning arborescence: Edmonds algorithm.
- Shortest path problems. Unweighted graphs: BFS algorithm. Weighted acyclic graphs: Critical Path Method. Graphs without negative cost cycles: Bellman-Ford algorithm. Graphs without negative cost arcs: Dijkstra algorithm. Floyd-Warshall algorithm for the computation of the all-pairs shortest paths matrix on a weighted digraph.
- Optimal flow problems. Ford-Fulkerson algorithm for the maximum flow problem and its implementations. Algorithms for the maximum flow minimum cost problem. Duality: max flow - min cut theorem. Gomory and Hu algorithm for the minimum cut in a weighted graph.
- Matching problems. Transformation of matching problems into flow problems. Hungarian algorithm.
- Minimum cost transportation problems. Transformation into minimum cost flow problems. Dantzig algorithm.

**OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR NP-HARD PROBLEMS:**

- Branch-and-bound. Techniques for dual bounds computation: linear relaxation, Lagrangean relaxation, surrogate relaxation, combinatorial relaxations. Heuristics for the computation of primal bounds.
- Tree search policies. Branching methods. Implementation of branch-and-bound algorithms.
- Dynamic programming. Illustration and examples. Data-structures and space and time complexity of dynamic programming algorithms. State space relaxation. Implementation of dynamic programming algorithms.

**APPROXIMATION ALGORITHMS FOR NP-HARD PROBLEMS:**

- Definitions. Approximation error, approximation schemes.
- Algorithms with constant approximation error.
- Algorithms with approximation error depending on the size of the instance.
- Algorithms with data-dependent approximation error.
- Combination of approximation algorithms.
- Polynomial approximation schemes. The knapsack problem.

### Recommended preparatory courses

-

### Course materials

F. S. Hillier, G. J. Lieberman: "Introduction to operations research", McGraw-Hill, 1995.

R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, J. B. Orlin: "Network flows", Prentice Hall, 1993.

Slides available on the course website.

### Prerequisites

Operations Research, Computer programming, Algorithms and Data-structures, English.

### Course assessments

Written and oral exams

### Lecture attendance

Recommended

**Teaching format**

In presence learning

**Language**

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F1X-106/F1X-106.15.1/index.html>

**Other information**

Under the supervision of the teacher the students will implement some of the algorithms learned during the course.

## **Organizzazione aziendale**

### **In fase di assegnazione**

#### **Obiettivi (dettagli AF)**

Il corso si pone l'obiettivo di fornire agli studenti conoscenze relative alla progettazione dell'organizzazione aziendale, e gli strumenti per interpretare casi empirici di realtà aziendali.

#### **Programma in italiano**

Il contesto istituzionale in cui operano le imprese.

Gli elementi costitutivi di un'impresa e la gestione d'impresa.

Il sistema organizzativo. Le variabili di sistema e quelle organizzative.

Elementi di progettazione organizzativa.

Stili di direzione.

#### **Propedeuticità consigliate**

-

#### **Materiale di riferimento**

Daft R.L., Organizzazione Aziendale, Apogeo, Milano

#### **Prerequisiti**

-

#### **Modalità di esame**

Scritto e orale

#### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

#### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

#### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

#### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfc.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/curriculum/F2Y-29/F2Y-29.15.1/index.html>

# Privatezza e protezione dei dati

**Docente: Samarati Pierangela**

## **Obiettivi (dettagli AF)**

Lo scenario aperto e dinamico in cui oggi operiamo richiede il supporto di tecniche avanzate per la protezione dei dati che permettano alle diverse parti di interagire con sicurezza e nel rispetto della propria privacy anche senza una precedente autenticazione. Nasce inoltre il problema di assicurare protezione e controllo sulle informazioni anche quando la loro memorizzazione, gestione, o processing siano effettuate da server esterni non completamente fidati. L'obiettivo di questo corso è di analizzare i problemi relativi alla protezione dati che nascono in questi scenari emergenti e alcuni approcci alla loro soluzione.

## **Programma**

### **INTRODUZIONE**

Introduzione al corso e modalità d'esame

### **PROTEZIONE DI MACRODATI E MICRODATI**

Tecniche per la protezione di macrodati e microdati.

### **PRIVACY DEI DATI**

Metriche e tecniche per la privacy (k-anonymity, l-diversity, t-closeness). Differential privacy. Data linkage.

### **PRIVACY**

Requisiti di privacy in ambito WWW.

### **MODELLI E LINGUAGGI PER L'USO SECONDARIO DELLE INFORMAZIONI**

Concetti base relativi all'uso secondario dell'informazione. P3P.

### **MODELLI PRIVACY-AWARE PER IL CONTROLLO DELL'ACCESSO**

Motivazioni. Politiche di privacy. Architettura di un sistema privacy-aware per il controllo dell'accesso.

### **XACML**

Il linguaggio XACML. Limitazioni di XACML per il supporto alla privacy.

### **PROTEZIONE DEI DATI DI LOCAZIONE**

Uso dell'informazione di contesto nell'ambito del controllo dell'accesso. Tecniche basate sul concetto di offuscazione per la protezione dei dati di locazione.

### **PROTEZIONE DELLA PRIVACY DEGLI UTENTI NELLE RETI**

Protezione dell'identità degli utenti in reti fisse, MANET (VANET) e reti ibride.

### **PROTEZIONE DEI DATI IN OUTSOURCING E CLOUD**

Indici ed inferenza. Tecniche per il controllo dell'accesso. Indici ed accesso selettivo.

### **FRAMMENTAZIONE DEI DATI**

Analisi di approcci per la frammentazione e crittazione dei dati.

### **PRIVACY DEGLI ACCESSI**

Strutture di allocazione dinamica (shuffle index) per la protezione della privacy degli accessi.

### **CONDIVISIONE CONTROLLATA DI DATI IN QUERY DISTRIBUITE**

Approcci per il controllo dell'esecuzione di interrogazioni distribuite. Verifica di piani di esecuzione di interrogazioni distribuite. Composizione di autorizzazioni.

### **MODELLI E LINGUAGGI PER LA SPECIFICA DI PREFERENZE DI PRIVACY DEGLI UTENTI**

Requisiti di privacy degli utenti. Approcci per la specifica di preferenze di privacy degli utenti.

## **BASI DI DATI MULTILIVELLO**

Applicazione delle politiche mandatorie a basi di dati. Il problema della poli-istanziamento. Cover story. Architetture per DBMS multilivello. Un esempio di MDBMS: Oracle label security

## **POLITICHE, MODELLI E MECCANISMI PER IL CONTROLLO DELL'ACCESSO**

[Solo per gli studenti che non hanno fatto l'esame di Elementi di sicurezza e privacy con il programma della prof. De Capitani di Vimercati]

Politiche discrezionali. Modello a matrice di accesso. HRU. Vulnerabilità della politica discrezionale. Il problema del cavallo di Troia. Politiche mandatorie. Il modello di Bell e LaPadula. Limitazioni delle politiche mandatorie (canali coperti e di tempo). Il modello di Biba. Il problema della revoca. Amministrazione di autorizzazioni in SQL. Autorizzazioni condizionali. Supporto di gruppi e astrazioni. Autorizzazioni negative. Politiche per la risoluzione dei conflitti. Autorizzazioni in sistemi object-oriented. Chinese Wall. Controllo di integrità. Modello di Clark e Wilson. Controllo dell'accesso basato sui ruoli. Alcuni principi: separazione dei privilegi (statica e dinamica), minimo privilegio. Controllo dell'accesso in sistemi aperti e con credenziali.

### **Propedeuticità consigliate**

-

### **Materiale di riferimento**

Lucidi e materiale didattico disponibile sul sito web del corso

### **Prerequisiti**

Concetti di base di sicurezza, privacy e basi di dati

### **Modalità di esame**

Scritto e orale

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F2Y-33/F2Y-33.15.1/index.html>

# Progettazione del software

**Docente: Riccobene Elvinia Maria**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso presenta i principi, i processi e le tecniche per la progettazione e lo sviluppo di applicazioni software. Il corso è organizzato in due parti tra loro complementari: i principi dell'ingegneria del software e la progettazione model-driven. L'obiettivo della prima parte è quello di fornire le conoscenze necessarie per la progettazione di software e per l'analisi del codice prodotto attraverso test e tecniche di analisi statica e dinamica del flusso esecutivo. La finalità della seconda parte è quella di introdurre le più moderne tecniche di progettazione basate sull'uso di modelli, a diversi livelli di astrazione sia PIM (platform independent model) che PSM (platform specific model), l'uso delle trasformazioni di modelli per la codifica, e design pattern architetturali per un design a componenti.

## Programma

1. **CICLO DI VITA DEL SOFTWARE.** Proprietà del software. Fasi di sviluppo del software. Modelli di ciclo di vita. La sicurezza nel ciclo di vita del software. Ciclo di vulnerabilità.
2. **ARCHITETTURE SOFTWARE.** Principi di architetture. Linee guida e principi per architetture sicure.
3. **SPECIFICA E PROGETTAZIONE DI SOFTWARE.** Proprietà di specifiche di software. Metodi di specifica. Macchine a stati finiti. Communicating Machines. Design by contract. JML.
4. **IMPLEMENTAZIONE.** Linee guida per la programmazione sicura. Tipici errori. Sicurezza dei linguaggi di programmazione. Alcune violazioni di sicurezza in C. Programmi sicuri in C. Introduzione al linguaggio Java. Java sandbox. Dalla specifica al codice: macchine a stati finiti in Java.
5. **TESTING.** Il testing nel ciclo di vita del software. Tipi di testing. Tecniche per la validazione e verifica. I limiti del testing. Testing basato sui programmi. Grafo di flusso di un programma. Copertura delle istruzioni e degli archi. Copertura delle decisioni e delle condizioni. I metodi MCC e MCDC. Valutare la copertura con Emma. Il tool JUnit.
6. **MODEL-DRIVEN ENGINEERING.** Principi dell'MDE. Modello e meta modello. Contesti di applicazione dell'MDE: MDA (model-driven architecture), Profili UML per la specifica di Domain-Specific Languages.
7. **MODELLAZIONE UML: SPECIFICA STRUTTURALE.** Modellare con le classi (diagramma delle classi, diagramma degli oggetti). Specifica dei vincoli: OCL. Uso dei Design pattern.
8. **MODELLAZIONE UML: SPECIFICA COMPORTAMENTALE.** Modellare interazioni e comportamento (diagrammi di interazione, macchine di stato, diagrammi di attività).
9. **PROCESSO UP (UNIFIED PROCESS) E SPECIFICA DI ARCHITETTURE SW.** Il processo UP. Il processo UP. Principi guida per lo sviluppo di architetture SW. Modellazione UML dell'architettura (diagramma delle componenti, diagramma di dislocamento).

## Propedeuticità consigliate

Programmazione, Algoritmi e Strutture Dati

## Materiale di riferimento

- Ghezzi Carlo, Jazayeri Mehdi, Mandrioli Dino. Ingegneria del software. Fondamenti e principi. Pearson Education Italia, 2004, 2ª ed.
- Glenford J. Myers, Corey Sandler, Tom Badgett, Todd M. Thomas. The Art of Software Testing. John Wiley & Sons; 2 edition, 2004.
- Timothy C. Lethbridge and Robert Laganière. Object-Oriented Software Engineering: Practical Software Development using UML and Java. Second Edition. McGraw Hill.
- Mark G. Graff, Kenneth R. van Wyk. Secure Coding: Principles and Practices. O'Reilly, 2003.
- Craig Larman. Applying UML and Patterns. An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (3rd Edition) - Prentice Hall (2004).
- Martin Fowler. UML distilled. Guida rapida al linguaggio di modellazione standard, Pearson Education Italia, 2010, 4ª ed.

### *Programma degli insegnamenti*

- Luciano Baresi, Luigi Lavazza, Massimiliano Pianciamore. Dall'idea al codice con UML 2. Guida all'utilizzo di UML attraverso esempi. Con CD-ROM., Pearson Education Italia, 2006.

#### **Prerequisiti**

Le conoscenze ed i concetti forniti dai corsi di Programmazione, Algoritmi e Strutture Dati

#### **Modalità di esame**

Scritto e prova pratica

#### **Modalità di frequenza**

Obbligatoria

#### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

#### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

#### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F67/curriculum/F67-10/F67-10.15.1/index.html>



# Progettazione di software sicuro

**Docente: Riccobene Elvinia Maria**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di presentare i principi architetturali e le principali tecniche di progettazione per lo sviluppo di applicazioni software. L'obiettivo è quello di fornire le conoscenze necessarie per la progettazione di software sicuro e per l'analisi di sicurezza del codice sorgente attraverso test e tecniche di analisi statica e dinamica del flusso esecutivo.

## Programma

1. **SICUREZZA DEL SOFTWARE.** Proprietà del software. Proprietà del software sicuro. Ciclo di vita del software: fasi di sviluppo del software, modelli di ciclo di vita. La sicurezza nel ciclo di vita del software. Ciclo di vulnerabilità. Attacchi a livello di progettazione, di implementazione ed di funzionalità.
2. **ARCHITETTURE E TECNOLOGIE SICURE.** Principi di architetture sicure. Linee guida e principi per architetture sicure. Criteri di scelta di tecnologie sicure. Il caso di studio di Java sandbox.
3. **SPECIFICA E PROGETTAZIONE DI SOFTWARE SICURO.** Proprietà di specifiche di software sicuro. Metodi di specifica. Macchine a stati finiti. Communicating Machines. Macchine di stato UML. Design by contract. Il tool JML.
4. **IMPLEMENTAZIONE.** Linee guida per la programmazione sicura. Tipici errori. Sicurezza dei linguaggi di programmazione. Alcune violazioni di sicurezza in C. Programmi sicuri in C. Introduzione al linguaggio Java. Dalla specifica al codice: macchine a stati finiti in Java.
5. **TESTING.** Il testing nel ciclo di vita del software. Tipi di testing. Tecniche per la validazione e verifica. I limiti del testing. Testing basato sui programmi. Grafo di flusso di un programma. Copertura delle istruzioni e degli archi. Copertura delle decisioni e delle condizioni. I metodi MCC e MCDC. Valutare la copertura con Emma. Il tool JUnit.

## Propedeuticità consigliate

Programmazione, Tecnologie per la sicurezza e la privacy

## Materiale di riferimento

- Mark G. Graff, Kenneth R. van Wyk. Secure Coding: Principles and Practices. O'Reilly, 2003.
- John Viega, Gary McGraw. Building secure software : how to avoid security problems the right way. Addison-Wesley, 2002.
- John C. Mitchell. Concepts in programming languages. Cambridge University Press, 2003.
- Ghezzi Carlo, Jazayeri Mehdi, Mandrioli Dino. Ingegneria del software. Fondamenti e principi. Pearson Education Italia, 2004, 2ª ed.
- Glenford J. Myers, Corey Sandler, Tom Badgett, Todd M. Thomas. The Art of Software Testing. John Wiley & Sons; 2 edition, 2004.
- Broy, M.; Jonsson, B.; Katoen, J.-P.; Leucker, M.; Pretschner, A. (Eds.). Model-Based Testing of Reactive Systems. Springer, LNCS 3472, 2005.

## Prerequisiti

Le conoscenze ed i concetti forniti dai corsi di Programmazione, di Tecnologie per la sicurezza e la privacy

## Modalità di esame

Scritto e prova pratica

## Modalità di frequenza

Obbligatoria

## Modalità di erogazione

Tradizionale

*Programma degli insegnamenti*

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F67/curriculum/F67-10/F67-10.15.1/index.html>

# Progettazione Model Driven del Software

**Docente: Riccobene Elvinia Maria**

## Obiettivi (dettagli AF)

Il corso presenta i principi, i processi e le tecniche per la progettazione model-driven di applicazioni software. L'obiettivo del corso è quello di introdurre le più moderne tecniche di progettazione basate sull'uso di modelli, a diversi livelli di astrazione sia PIM (platform independent model) che PSM (platform specific model), l'uso delle trasformazioni di modelli per la codifica, e design pattern architetturali per un design a componenti.

## Programma

1. **MODEL-DRIVEN ENGINEERING.** Principi dell' MDE. Modello e meta modello. Contesti di applicazione dell' MDE: MDA (model-driven architecture), Profili UML per la specifica di Domain-Specific Languages.
2. **MODELLAZIONE UML: SPECIFICA STRUTTURALE.** Modellare con le classi (diagramma delle classi, diagramma degli oggetti). Specifica dei vincoli: OCL. Uso dei Design pattern.
3. **SPECIFICA E PROGETTAZIONE DI SOFTWARE SICURO.** Proprietà di specifiche di software sicuro. Metodi di specifica. Macchine a stati finiti. Communicating Machines. Macchine di stato UML. Design by contract. Il tool JML.
4. **MODELLAZIONE UML: SPECIFICA COMPORTAMENTALE.** Modellare interazioni e comportamento (diagrammi di interazione, macchine di stato, diagrammi di attività).
5. **PROCESSO UP (UNIFIED PROCESS) E SPECIFICA DI ARCHITETTURE SW.** Il processo UP. Principi guida per lo sviluppo di architetture SW. Modellazione UML dell' architettura (diagramma delle componenti, digramma di dislocamento).

## Propedeuticità consigliate

Programmazione, Algoritmi e Strutture Dati

## Materiale di riferimento

- Martin Fowler. UML distilled. Guida rapida al linguaggio di modellazione standard, Pearson Education Italia, 2010, 4ª ed.
- Luciano Baresi, Luigi Lavazza, Massimiliano Pianciamore. Dall'idea al codice con UML 2. Guida all'utilizzo di UML attraverso esempi. Con CD-ROM., Pearson Education Italia, 2006.
- Timothy C. Lethbridge and Robert Laganière. Object-Oriented Software Engineering: Practical Software Development using UML and Java. Second Edition. McGraw Hill.
- Craig Larman. Applying UML and Patterns. An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (3rd Edition) - Prentice Hall (2004).

## Prerequisiti

Le conoscenze ed i concetti forniti dai corsi di Programmazione, Algoritmi e Strutture Dati

## Modalità di esame

Scritto e prova pratica

## Modalità di frequenza

Obbligatoria

## Modalità di erogazione

Tradizionale

## Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

## Pagina web del corso

-

## Programmazione

**Docente: Anisetti Marco e Cordone Roberto**

### Obiettivi (dettagli AF)

Questo è un corso introduttivo alla programmazione, ai suoi principi ed alle sue tecniche. Il suo scopo è quello di familiarizzare lo studente, che potrebbe non essere mai stato esposto alla programmazione, con questa disciplina e fornirgli quella comprensione e gli strumenti necessari ad affrontare tutti i corsi che ne presuppongono la conoscenza.

### Programma

#### NOZIONI DI BASE

- Nozione di algoritmo.
- Fasi della programmazione.
- Strumenti di modellazione.
- Documentazione.
- Breve storia della programmazione.
- Linguaggi e Paradigmi di programmazione.
- Compilatori.

#### PROGRAMMAZIONE STRUTTURATA

- Principi della programmazione strutturata.
- Raptor: strumento per la programmazione utilizzando flowchart.
- Linguaggio C: espressioni e assegnamenti, costrutti di controllo, tipi predefiniti, vettori, matrici e stringhe, tipi strutturati, puntatori e gestione della memoria, funzioni e passaggio di parametri, main e parametri al main, libreria standard, gestione dei file.
- Eliminazione dei Salti: teorema di Böhm-Jacopini, trasformazione di Ashcroft e Manna.
- Correttezza del codice: elementi di validazione e verifica della correttezza.

#### PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI

- Concetti fondamentali: Modularità, astrazione e tipi di dato astratto, incapsulamento, classi ed oggetti, ereditarietà e polimorfismo.
- Riutilizzo del software: pattern, programmazione orientata agli aspetti.
- Raptor ad oggetti ed esempi in Java.

### Propedeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

Dispense e lucidi a cura dei docenti, disponibili sul sito dell'insegnamento.

### Prerequisiti

-

### Modalità di esame

Scritto e orale

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale e a distanza

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-43/F68-43.15.1/index.html>

# Programmazione Web e mobile

**Docente: Ceravolo Paolo**

## Obiettivi (dettagli AF)

- Comprensione dei principi sui quali si fonda il WWW e degli elementi che si sono consolidati durante la sua evoluzione.
- Comprensione dei principi fondamentali di progettazione di una applicazione web.
- Conoscenza delle principali tecnologie disponibili per lo sviluppo di applicazioni web.

## Programma

L'insegnamento ha lo scopo di analizzare i concetti fondamentali delle architetture e delle applicazioni per il World Wide Web; e di fornire una panoramica sulle tecnologie più rappresentative di questo ambiente.

Il Web ha saputo imporsi negli anni quale ambiente universale per l'interazione con servizi informativi di vario genere. La generalità di questo ambiente è determinata da un'architettura semplice e scalabile. Allo stesso tempo, la necessità di supportare le più svariate applicazioni ha richiesto che le tecnologie per il Web evolessero nella direzione di supportare processi informativi maturi: capaci di gestire in modo efficiente la portabilità, l'interrogazione e l'elaborazione dei dati.

Studiare le tecnologie per il Web, comprenderne i fondamenti, l'evoluzione storica, e l'attualità, costituisce un formidabile campo di comprensione delle implicazioni e degli effetti che a vari livelli l'informatica opera sulla società attuale.

- INTRODUZIONE  
Storia del WWW - Architettura del WWW - Topologia del WWW
- RAPPRESENTAZIONE DEI DATI  
HTML – CSS – XHTML – XML
- LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE  
Principi di CGI – JSP – JSTL
- MODELLI ARCHITETTURALI WEB 2.0  
AJAX – HTML5 – JSON
- MODELLI DI BUSINESS PER IL WEB  
Principi di usabilità e modelli business

## Propedeuticità consigliate

Laboratorio di Informatica Applicata, nozioni di programmazione, fondamenti di reti di calcolatori, concetti di basi di dati e linguaggio SQL

## Materiale di riferimento

- HTML 5 e CSS 3 / Gabriele Gigliotti, Milano : Apogeo, c2011
- HTML e CSS / Andrew, Rachel - Shafer, Dan. Segrate : Mondadori Informatica, 2007
- Ajax : per applicazioni Web / Romagnoli, Andrea - Salerno, Pasquale - Guidi, Andrea. Milano : Apogeo, c2007
- Creare siti web multimediali : fondamenti per l'analisi e la progettazione / Brajnik, Giorgio - Toppiano, Elio [Milano] : Pearson Addison Wesley, 2007

## Prerequisiti

-

## Modalità di esame

Scritto e orale

## Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

## Modalità di erogazione

Tradizionale

*Programma degli insegnamenti*

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/curriculum/F68-42/F68-42.15.1/index.html>

## Reti di calcolatori

**Docenti:** Ardagna Claudio e Damiani Ernesto

### Obiettivi (dettagli AF)

L'insegnamento ha come obiettivo principale l'analisi delle tecnologie, dei modelli, dei principi di funzionamento e dei principali protocolli alla base delle reti di calcolatori. Verranno inoltre analizzati i principali protocolli applicativi, e relativi servizi, della rete IP e presentate alcune tecniche di programmazione distribuita.

### Programma

L'insegnamento presenterà le tecnologie e i protocolli alla base del funzionamento delle reti di calcolatori. Nella prima parte dell'insegnamento verranno discussi i fondamenti dei sistemi di rete, le reti locali, la rete Internet, con particolare riferimento ai protocolli di rete e di trasporto (IP).

1. Introduzione. Struttura e tipologie dei sistemi di elaborazione dell'informazione. Infrastrutture di calcolo e di servizi. Standard multilivello: l'esempio di ISO/OSI.
2. Introduzione alle reti locali. Motivazioni. Reti private e pubbliche; storia e filosofia di progetto. Tipi e architetture di reti private: LAN, MAN, WAN. Topologie: reti parzialmente o completamente connesse, gerarchiche, ad anello, a stella, a bus. Comunicazione: i concetti di instradamento, connessione, contesa. Il livello 1: cablaggi e proprietà fisiche della comunicazione in guida. Il livello 2: MAC e LLC. Gli standard IEEE.
3. Protocolli. Generalità. Il livello 3: Protocolli e caratteristiche di progetto. Organizzazione interna. Il livello 4: servizi offerti al livello trasporto. Confronto tra reti basate su circuito virtuale e reti basate su datagrammi.
4. Caso di studio: Internet Protocol. Il livello rete di IPv4. Indirizzi IP. Subnetting e Supernetting. Protocolli di controllo. ICMP. ARP, RARP. IPv6. Il preambolo IPv6 principale. Preamboli di estensione.
5. Algoritmi di Routing. Routing lungo il cammino minimo. Flooding. Routing basato sui flussi. Routing basato su vettori di distanza. Routing basato sullo stato dei canali. Broadcast routing. Multicast routing. Routing IP: OSPF. BGP. Internet multicasting.
6. Internetworking IP. Circuiti virtuali concatenati. Internetworking senza connessioni. Tunneling e gestione della frammentazione. Firewall. NAT.
7. Il servizio di trasporto. Elementi del protocollo di trasporto. Trasporto TCP/IP: Il modello di servizio TCP. Il protocollo TCP. Il protocollo UDP. Il preambolo del segmento TCP. Il preambolo UDP. Qualità del servizio. Primitive del servizio di trasporto.

Nella seconda parte dell'insegnamento verranno analizzati i livelli superiori del modello ISO/OSI, discutendo i principali protocolli applicativi e servizi per la rete Internet, e le tecniche per la programmazione distribuita.

1. Protocolli e sistemi applicativi client-server. Struttura dei servizi applicativi basati su TCP e UDP.
2. Protocolli applicativi per il funzionamento della rete IP. Protocolli BOOTP, DHCP. Modalità di assegnamento degli indirizzi IP. DNS. Naming. Concetto di dominio. Risoluzione dei nomi di dominio.
3. Applicazioni e servizi Internet. WWW, Electronic Mail, File Transfer, Remote Login. Descrizione e analisi dei protocolli HTTP, FTP, Telnet, SMTP, POP3.
4. Amministrazione di rete. Descrizione del protocollo SNMP per la gestione della rete.
5. Programmazione distribuita. Socket. Interfacce standard a livello socket e stream per Unix e Windows. Socket TCP e UDP. Socket C e Java. Socket concorrenti. Tecniche di integrazione tramite middleware. Remote Procedure Call (RPC). XML RPC.
6. Fondamenti delle architetture peer-to-peer.

### Propedeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

- D.E. Comer, "Internetworking with TCP/IP: Principles, protocols, and architectures", Volume I, Prentice Hall. Disponibile anche in edizione italiana (edizioni Pearson Education)

## *Programma degli insegnamenti*

- Testo alternativo: Jim Kurose, Keith Ross, "Computer Networking: A Top down Approach featuring the Internet", 3<sup>rd</sup> ed. Addison Wesley
- Dispense e slide disponibili alla pagina web dell'insegnamento

### **Prerequisiti**

Conoscenza dei concetti base delle architetture dei calcolatori

### **Modalità di esame**

Scritto

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-27/F68-27.15.1/index.html>

### **Altre informazioni**

L'esame consiste in due compiti e nella presentazione (facoltativa) di un progetto. Ulteriori informazioni possono essere reperite sui siti personali dei docenti

- <http://www.di.unimi.it/ardagna/>
- <http://sesar.dti.unimi.it/>



## Ricerca operativa

Docente: Righini Giovanni

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di introdurre lo studente alla Ricerca Operativa, ossia allo studio scientifico dei metodi per risolvere problemi decisionali complessi con l'aiuto del calcolatore. In particolare l'enfasi del corso è posta sulla modellizzazione matematica e sulla formulazione e classificazione dei problemi di ottimizzazione. Una consistente parte del corso viene svolta in laboratorio, dove gli studenti apprendono l'uso di linguaggi di modellizzazione e di solutori *general-purpose*.

### Programma

Introduzione:

- **Introduzione alla Ricerca Operativa.** Origini, applicazioni, relazioni con altre discipline.
- **Modelli matematici.** Dati, variabili, vincoli, funzioni obiettivo, decisori.

Programmazione lineare (PL):

- **Applicazioni.** Esempi di problemi di programmazione lineare.
- **Definizioni e proprietà.** Forma generale dei problemi di PL, forma alle disuguaglianze con relativa interpretazione geometrica, forma standard. Soluzioni di base e teorema fondamentale della PL.
- **Dualità.** Teorema della dualità in forma debole ed in forma forte. Teorema degli scarti complementari. Interpretazione economica della PL.
- **Algoritmi.** Forme canoniche. Algoritmo del simplesso primale e duale.
- **Analisi post-ottimale.** Analisi di sensitività e analisi parametrica.

Programmazione a multi obiettivi (PMO):

- **Applicazioni.** Esempi di problemi di programmazione a multi-obiettivi.
- **Definizioni e proprietà.** Dominanza, soluzioni di Pareto, regione Pareto-ottima, punto-utopia.
- **Criteri per la scelta della soluzione.** Criterio degli standard, criterio delle curve di indifferenza, criterio del punto-utopia, criterio della massima curvatura.
- **Algoritmi per la determinazione della regione Pareto-ottima.** Metodo dei pesi. Metodo dei vincoli. Interpretazione geometrica. Soluzione di esercizi di programmazione lineare a due obiettivi tramite analisi parametrica.

Programmazione lineare intera (PLI):

- **Applicazioni.** Esempi di problemi di programmazione lineare intera e di ottimizzazione combinatoria. Uso delle variabili binarie per la modellizzazione di condizioni logiche.
- **Definizioni e proprietà.** Rilassamento continuo, *gap* di integralità. Altri tipi di rilassamento.
- **Algoritmi.** Branch-and-bound.

Programmazione non lineare (PNL):

- **Applicazioni.** Esempi di problemi di programmazione non lineare.
- **Definizioni e proprietà.** Vettore gradiente, matrice Hessiana. Convessità e programmazione convessa.
- **Algoritmi.** Algoritmi per l'ottimizzazione mono-dimensionale. Metodi analitici, metodi iterativi, algoritmo del gradiente.

### Propedeuticità consigliate

Fondamenti di Matematica del continuo e del discreto. Algoritmi e strutture-dati.

### Materiale di riferimento

C. Vercellis: "Modelli e Decisioni", Ed. Esculapio, Bologna 1997.

R. Tadei, F. Della Croce: "Ricerca Operativa e Ottimizzazione", Ed. Esculapio, Bologna 2002

Hillier & Lieberman, "Introduction to Operations Research"

### Prerequisiti

-

### Modalità di esame

Scritto e orale

*Programma degli insegnamenti*

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F1X-106/F1X-106.15.1/index.html>

# Sicurezza dei sistemi e delle reti

**Docente: Monga Mattia**

## Obiettivi (dettagli AF)

- Discutere e progettare la sicurezza dei sistemi in rete
- Rivedere i protocolli TCP/IP in un'ottica di sicurezza
- Conoscere le minacce più diffuse
  - A livello di rete locale, A livello infrastrutturale
- Saper analizzare il traffico e riconoscere gli attacchi
- Saper utilizzare le maggiori tecnologie di difesa
  - Firewall, network intrusion detection system
- Saper difendere la privacy delle operazioni in reti untrusted

## Programma

L'insegnamento si propone di analizzare le principali tematiche della sicurezza dei sistemi in rete.

- Concetti generali
- La pila protocollare e le minacce più comuni
  - Ethernet, IP, ARP, TCP, UDP, Problemi di sicurezza intrinseci
- Port scanning
- Analisi del traffico
- Sicurezza perimetrale
  - Stateless filtering, Stateful filtering, Deep packet inspection, Effetti di un firewall, Proxy, NAT
- Rilevamento delle intrusioni
  - Misuse detection, Anomaly detection, Falsi allarmi, Aspetti architetturali, Zero Day, Polimorfismo degli attacchi
- Botnet
- Protezione dell'infrastruttura
- VPN
- Protezione di servizi critici
  - DNS, DNSSEC
- L'autenticazione in rete
- Specificità delle reti Wireless
- Protezione degli utenti all'interno di una rete untrusted

## Propedeuticità consigliate

Reti di Calcolatori, Sistemi Operativi

## Materiale di riferimento

Inside Network Perimeter Security, 2nd Edition Northcutt, Zeltser, Winters, Kent, Ritchey SAMS ed., 2005  
The Tao of Network Security Monitoring - Beyond Intrusion Detection R. Beytlich Pearson Education Inc., 2004

Silence on the Wire

A Field Guide to Passive Reconnaissance and Indirect Attacks, M. Zalewski, No Starch Press, 2005

Articoli della letteratura scientifica indicati a lezione

## Prerequisiti

-

## Modalità di esame

Scritto

## Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-30/F68-30.15.1/index.html>

## Sicurezza delle architetture orientate ai servizi

**Docente: Damiani Ernesto**

### Obiettivi del corso (dettagli AF)

Il corso di Sicurezza delle Architetture Orientate ai Servizi fornisce agli studenti una conoscenza di base delle tecniche di sicurezza XML. Inoltre presenta gli studenti le implementazioni di sicurezza e gestione dell'identità usando due standard emergenti: OpenID e XACML per esprimere autorizzazioni a granularità fine. Gli studenti apprenderanno comunque tutti gli standard di sicurezza dei servizi Web, compresi WS-Security, WS-Trust, WS-Secure Conversation, e WS-Security Policy. Il corso si occuperà inoltre dei problemi di certificazione delle proprietà non-funzionali dei servizi, comprese quelle di sicurezza e privacy.

### Programma

Il programma del corso di Sicurezza delle Architetture Orientate ai Servizi è focalizzato sui seguenti punti principali:

- Apprendere le basi della sicurezza XML, compresa crittografia e firma elettronica di dati XML
- Capire il ruolo degli standard basati su XML nella gestione delle identità e nella sicurezza dei servizi Web
- Conoscere approfonditamente le tecniche e gli strumenti per l'assurance e la certificazione dei servizi

Gli argomenti trattati durante il corso includono:

- Introduzione al Corso
  - Introduzione a XML
  - Crittografia e firma digitale su dati XML
- Sicurezza dei Web Service
  - WS-Security, WS-Trust
  - WS-Secure Conversation, WS-Security Policy
- Tecnologie per la gestione dell'identità
  - Concetti di base sull'identità
  - Piattaforme di identity management
  - Open ID
- Linguaggi di autorizzazione a granularità fine
  - Concetti di base delle architetture di valutazione e decisione
  - XACML e SAML
  - Profili XACML per settori applicativi
- Certificazione dei servizi
  - Concetti generali di assurance
  - Certificazioni di sicurezza
  - Certificazione dei servizi

### Propedeuticità consigliate

Gestione dei Processi Aziendali  
Architetture Orientate ai Servizi

### Materiale di riferimento

Dispense e presentazioni del corso

Per consultazione: C.Ardagna, E. Damiani, N. El Ioini "Open Source Systems Security Certification," Springer, 2008.

### Prerequisiti

Conoscenza delle tecnologie Web, di XML e dei principali protocolli applicativi

### Modalità di esame

Progetto più esercizi durante il corso

**Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano (con seminari in Inglese)

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of2/default/F2Y-32/F2Y-32.15.1/index.html>

**Altre informazioni**

La valutazione dell'esame avverrà secondo il seguente schema:

- Partecipazione e discussione durante le lezioni: 20.00%
- Discussione di articoli scientifici : 30.00%
- Presentazione del progetto: 50.00%
- Compiti: Lettura di articoli scientifici – ogni studente sarà incoraggiato a fare ricerche nel Web per ricercare articoli su riviste attinenti al corso.

## Sicurezza delle reti

**Docente: Monga Mattia**

### Obiettivi (dettagli AF)

- Discutere e progettare la sicurezza dei sistemi in rete
- Rivedere i protocolli TCP/IP in un'ottica di sicurezza
- Conoscere le minacce più diffuse
  - A livello di rete locale, A livello infrastrutturale
- Saper analizzare il traffico e riconoscere gli attacchi
- Saper utilizzare le maggiori tecnologie di difesa
  - Firewall, network intrusion detection system
- Saper difendere la privacy delle operazioni in reti untrusted

### Programma

L'insegnamento si propone di analizzare le principali tematiche della sicurezza dei sistemi in rete.

- Concetti generali
- La pila protocollare e le minacce più comuni
  - Ethernet, IP, ARP, TCP, UDP, Problemi di sicurezza intrinseci
- Port scanning
- Analisi del traffico
- Sicurezza perimetrale
  - Stateless filtering, Stateful filtering, Deep packet inspection, Effetti di un firewall, Proxy, NAT
- Rilevamento delle intrusioni
  - Misuse detection, Anomaly detection, Falsi allarmi, Aspetti architetturali, Zero Day, Polimorfismo degli attacchi
- Botnet
- Protezione dell'infrastruttura
- VPN
- Protezione di servizi critici
  - DNS, DNSSEC
- L'autenticazione in rete
- Specificità delle reti Wireless
- Protezione degli utenti all'interno di una rete untrusted

### Propedeuticità consigliate

Reti di Calcolatori, Sistemi Operativi

### Materiale di riferimento

Inside Network Perimeter Security, 2nd Edition Northcutt, Zeltser, Winters, Kent, Ritchey SAMS ed., 2005  
The Tao of Network Security Monitoring - Beyond Intrusion Detection R. Beytlich Pearson Education Inc., 2004

Silence on the Wire

A Field Guide to Passive Reconnaissance and Indirect Attacks, M. Zalewski, No Starch Press, 2005

Articoli della letteratura scientifica indicati a lezione

### Prerequisiti

-

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

*Programma degli insegnamenti*

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfc.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/default/F68-30/F68-30.15.1/index.html>



## Sistemi biometrici

**Docente: Scotti Fabio**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il Corso di Sistemi Biometrici si propone di portare lo studente a conoscere ed utilizzare correttamente le principali tecniche e i dispositivi ed algoritmi di riconoscimento di identificatori biometrici, con particolare riferimento a quelli della mano, del volto, delle impronte digitali, della retina e dell'iride dell'occhio.

### Programma

L'uso di dispositivi automatici di identificazione basati su identificatori biometrici sta ricevendo sempre più attenzione da parte di istituzioni pubbliche e organizzazioni private. Le tecnologie biometriche, dopo un lungo periodo di evoluzione, sono ora pronte a giocare un ruolo importante nel panorama tecnologico. Ci sono però varie preoccupazioni relative ai rischi che l'uso su larga scala di dispositivi biometrici può porre alle libertà civili e alla privacy; queste preoccupazioni hanno portato a un'intensa attività legislativa e normativa sull'argomento. Il Corso di Sistemi Biometrici si propone di portare lo studente a conoscere ed utilizzare correttamente le principali tecniche e i dispositivi ed algoritmi di riconoscimento di identificatori biometrici, con particolare riferimento a quelli della mano, del volto, delle impronte digitali, della retina e dell'iride dell'occhio. Saranno svolti anche cenni sulle tecniche multimodali, sul riconoscimento della voce e su quello di caratteristiche dinamiche quali lo stile di battitura e la postura del corpo. Infine, verranno trattate la struttura e la messa in opera di architetture centralizzate e distribuite per la memorizzazione e la trasmissione di dati biometrici, con particolare riferimento alle tecniche per la difesa della privacy.

Programma del corso:

- introduzione alla biometria;
- terminologia, struttura e caratteristiche di un sistema biometrico;
- sistemi biometrici basati su impronte digitali;
- sistemi biometrici basati sull'iride;
- sistemi biometrici basati sul volto;
- sistemi biometrici basati su caratteristiche comportamentali e DNA;
- sistemi biometrici multimodali;
- progettazione, valutazione e confronto di sistemi biometrici.

### Propeudeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

*Biometrics: Personal Identification in Networked Society*, Anil K Jain, Sharath Pankanti, Ruud Bolle, Springer.

Slide del corso

### Prerequisiti

-

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfor.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/default/F2Y-34/F2Y-34.15.1/index.html>

## Sistemi operativi I

**Docente: Piuri Vincenzo**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di fornire le conoscenze sui fondamenti teorici, gli algoritmi e le tecnologie riguardanti l'architettura complessiva e la gestione del processore nei sistemi operativi per le principali tipologie di architetture di elaborazione, incluse le architetture distribuite.

### Programma

Il corso analizza comparativamente architetture, funzionalità, meccanismi, politiche e gestione dei sistemi operativi relativamente alle varie strutture dei sistemi operativi stessi e alla gestione del processore per le varie architetture dei sistemi di elaborazione (monoprocessore, multiprocessore, cluster, distribuiti, embedded) orientati alle principali aree applicative (sistemi transazionali, interattivi, gestionali, multimediali, d'automazione d'ufficio, per telecomunicazioni, di controllo industriale, robotici, embedded). Il corso approfondisce poi gli aspetti progettuali e di gestione dei sistemi operativi, con riferimento a tecniche di progettazione, configurazione, ottimizzazione, e manutenzione relativamente all'architettura del sistema e alla gestione del processore.

- **Architetture dei sistemi operativi:** tipi e struttura, funzioni caratteristiche, meccanismi e politiche di gestione.
- **Virtualizzazione del processore:** schedulazione di processi, allocazione, riallocazione statica e dinamica, pipelining, deadlock, starvation; meccanismi e politiche per la gestione concorrente, per la sincronizzazione e per la comunicazione tra processi; thread; aspetti di tempo reale; tolleranza ai guasti; progettazione di algoritmi e strutture dati per la virtualizzazione del processore; valutazione delle alternative progettuali.

### Propedeuticità consigliate

Concetti di informatica di base, architetture dei calcolatori e programmazione.

### Materiale di riferimento

Silbershatz, Galvin, Gagne, Sistemi Operativi, Apogeo, 2005  
Lucidi sul sito web del corso

### Prerequisiti

Concetti di informatica di base, architetture dei calcolatori e programmazione.

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

### Pagina web del corso

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of1/default/F68-28/F68-28.15.1/index.html>

## Sistemi operativi II

**Docente: Piuri Vincenzo**

### Obiettivi (dettagli AF)

Il corso si propone di fornire le conoscenze sui fondamenti teorici, gli algoritmi e le tecnologie riguardanti la gestione della memoria centrale, dei dispositivi di ingresso/uscita, del file system, dell'interfaccia utente e dei sistemi operativi distribuiti nei sistemi operativi per le principali tipologie di architetture di elaborazione, incluse le architetture distribuite.

### Programma

Il corso analizza comparativamente architetture, funzionalità, meccanismi, politiche e gestione dei sistemi operativi relativamente alla gestione della memoria centrale, dei dispositivi di ingresso/uscita, del file system, dell'interfaccia utente e dei sistemi operativi distribuiti per le varie architetture dei sistemi di elaborazione (monoprocessore, multiprocessore, cluster, distribuiti, embedded) orientati alle principali aree applicative (sistemi transazionali, interattivi, gestionali, multimediali, d'automazione d'ufficio, per telecomunicazioni, di controllo industriale, robotici, embedded). Il corso approfondisce poi gli aspetti progettuali e di gestione dei sistemi operativi, con riferimento a tecniche di progettazione, configurazione, ottimizzazione, e manutenzione relativamente alla gestione della memoria centrale, dei dispositivi di ingresso/uscita, del file system, dell'interfaccia utente e dei sistemi operativi distribuiti.

- **Virtualizzazione della memoria centrale:** politiche e meccanismi di gestione della memoria centrale; supporti architetturali; consistenza; tolleranza ai guasti e agli errori software; sicurezza e protezione; progettazione di algoritmi e strutture dati per la virtualizzazione della memoria centrale; valutazione progettuale.
- **Virtualizzazione dei dispositivi di ingresso/uscita:** meccanismi e politiche di gestione delle tipologie dispositivi e interfacciamento; orologio, ordinamento temporale degli eventi in sistemi distribuiti, coordinamento; dischi; terminali; stampanti; periferiche speciali, supporto di sistema operativo per reti informatiche; aspetti di tempo reale, tolleranza ai guasti e agli errori software, sicurezza e protezione; progettazione di algoritmi e strutture dati per la virtualizzazione dei dispositivi di ingresso/uscita; valutazione delle alternative progettuali.
- **Astrazione della rappresentazione delle risorse informatiche e fisiche:** file, file system, file system di rete e distribuito, politiche di identificazione delle risorse; consistenza, caching, backup; tolleranza ai guasti e agli errori software; protezione e sicurezza degli accessi; progettazione di algoritmi e strutture dati per l'astrazione delle risorse; valutazione delle alternative progettuali.
- **Interfaccia utente: tipi di interpreti e interfacce utente** (programmatico, testuale, grafico, multimediale, distribuito, agenti mobili); meccanismi e politiche di gestione dell'interfaccia utente; gestione e sicurezza degli accessi; tolleranza ai guasti e agli errori software; progettazione di algoritmi e strutture dati per l'interfaccia utente; valutazione delle alternative progettuali.
- **Sistemi operativi per architetture distribuite:** esecuzione di processi, sincronizzazione e comunicazione tra processi, gestione del deadlock, gestione delle periferiche, gestione del file system.

### Propedeuticità consigliate

Concetti di informatica di base, architetture dei calcolatori e programmazione.

### Materiale di riferimento

Silbershatz, Galvin, Gagne, Sistemi Operativi, Apogeo, 2005  
Lucidi sul sito web del corso

### Prerequisiti

Concetti di informatica di base, architetture dei calcolatori e programmazione.

### Modalità di esame

Scritto

### Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

*Programma degli insegnamenti*

**Modalità di erogazione**

Tradizionale

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/curriculum/F68-29/F68-29.15.1/index.html>

# Tecnologie e linguaggi per il Web

**Docente: Ceravolo Paolo**

## Obiettivi (dettagli AF)

- Comprensione dei principi sui quali si fonda il WWW e degli elementi che si sono consolidati durante la sua evoluzione.
- Comprensione dei principi fondamentali di progettazione di una applicazione web.
- Conoscenza delle principali tecnologie disponibili per lo sviluppo di applicazioni web.

## Programma

L'insegnamento ha lo scopo di analizzare i concetti fondamentali delle architetture e delle applicazioni per il World Wide Web; e di fornire una panoramica sulle tecnologie più rappresentative di questo ambiente.

Il Web ha saputo imporsi negli anni quale ambiente universale per l'interazione con servizi informativi di vario genere. La generalità di questo ambiente è determinata da un'architettura semplice e scalabile. Allo stesso tempo, la necessità di supportare le più svariate applicazioni ha richiesto che le tecnologie per il Web evoltersero nella direzione di supportare processi informativi maturi: capaci di gestire in modo efficiente la portabilità, l'interrogazione e l'elaborazione dei dati.

Studiare le tecnologie per il Web, comprenderne i fondamenti, l'evoluzione storica, e l'attualità, costituisce un formidabile campo di comprensione delle implicazioni e degli effetti che a vari livelli l'informatica opera sulla società attuale.

- INTRODUZIONE  
Storia del WWW - Architettura del WWW - Topologia del WWW
- RAPPRESENTAZIONE DEI DATI  
HTML – CSS – XHTML – XML
- LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE  
Principi di CGI – JSP – JSTL
- MODELLI ARCHITETTURALI WEB 2.0  
AJAX – HTML5 – JSON
- MODELLI DI BUSINESS PER IL WEB  
Principi di usabilità e modelli business

## Propedeuticità consigliate

Laboratorio di Informatica Applicata, nozioni di programmazione, fondamenti di reti di calcolatori, concetti di basi di dati e linguaggio SQL

## Materiale di riferimento

- HTML 5 e CSS 3 / Gabriele Gigliotti, Milano : Apogeo, c2011
- HTML e CSS / Andrew, Rachel - Shafer, Dan. Segrate : Mondadori Informatica, 2007
- Ajax : per applicazioni Web / Romagnoli, Andrea - Salerno, Pasquale - Guidi, Andrea. Milano : Apogeo, c2007
- Creare siti web multimediali : fondamenti per l'analisi e la progettazione / Brajnik, Giorgio - Toppano, Elio [Milano] : Pearson Addison Wesley, 2007

## Prerequisiti

-

## Modalità di esame

Scritto e orale

## Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

## Modalità di erogazione

Tradizionale

*Programma degli insegnamenti*

**Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of2/curriculum/F68-42/F68-42.15.1/index.html>

## Tecnologie per la sicurezza e privacy

**Docente:** Braghin Chiara

### **Obiettivi (dettagli AF)**

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i concetti di base relativi alle problematiche di sicurezza e privacy dei sistemi informatici.

### **Programma**

1. Introduzione. Descrizione dei crimini informatici. Modelli di sicurezza.
2. Politiche e modelli per il controllo dell'accesso: politiche discrezionali, mandatorie e basate sui ruoli.
3. Diversi livelli di sicurezza: Sicurezza dei sistemi operativi, Sicurezza delle reti, Programmi sicuri.
4. Protocolli di Sicurezza. Meccanismi di identificazione e autenticazione.
5. Un nuovo trend: metodi formali per la sicurezza.
6. Sicurezza nel Web.

### **Propedeuticità consigliate**

Comprensione di un testo scientifico in inglese

### **Materiale di riferimento**

Slide del corso, appunti presi a lezione e articoli in inglese che sono parte integrante del programma del corso.

### **Prerequisiti**

-

### **Modalità di esame**

Scritto

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F68of1/default/F68-7/F68-7.15.1/index.html>

## **Teoria dell'informazione e della trasmissione**

**Docente: Pizzi Rita Maria Rosa**

### **Obiettivi (dettagli AF)**

Il corso si pone l'obiettivo di presentare la teoria della trasmissione a partire dal concetto di informazione, che viene esaminata in chiave sia classica che quantistica, introducendo alle applicazioni più importanti.

### **Programma**

Introduzione al concetto di informazione classica. Studio del concetto di sorgente di informazione (discreta senza memoria e con memoria), del concetto di canale di trasmissione, dei teoremi di Shannon. Introduzione a teoria della trasmissione, teorema del campionamento, analisi spettrale del segnale e teorema di Nyqvist. Introduzione dei principali metodi di codifica compresa quella convoluzionale, ed elementi di crittografia. Si introducono infine le prime nozioni di informazione quantistica ed i concetti necessari per comprendere il funzionamento dei sistemi di crittografia quantistica.

### **Propedeuticità consigliate**

Almeno 12 crediti di corsi di Matematica

### **Materiale di riferimento**

Dispense su ARIEL

E. Angeleri, Informazione: Significato e Universalità, UTET 2000 (in biblioteca).

David J.C. MacKay, A short Course in Information Theory, <http://www.cs.toronto.edu/~mackay/info-theory/course.html>

### **Prerequisiti**

Nozioni di analisi matematica

### **Modalità di esame**

Orale

### **Modalità di frequenza**

Fortemente consigliata

### **Modalità di erogazione**

Tradizionale

### **Lingua in cui è tenuto l'insegnamento**

Italiano

### **Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfcr.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F1Xof2/default/F1X-104/F1X-104.15.1/index.html>



## Trattamento dati sensibili

**Docente: Bonavita Simone**

### Obiettivi (dettagli AF)

L'obiettivo principale del corso è fornire strumenti giuridici di base all'esperto di sicurezza informatica che, nell'adempimento della professione, si troverà spesso a trattare dati sensibili. Il corso avrà ad oggetto il trattamento di dati sensibili, nelle sue più ampie declinazioni. Durante le lezioni verranno messe a disposizione degli studenti dispense riportanti le principali normative applicabili, bozze contrattuali relative a servizi critici e policy aziendali relative all'utilizzo degli strumenti informatici.

### Programma

*Modulo I - Il trattamento di dati sensibili.*

Il Codice della Privacy; Il dato sensibile; Le Garanzie previste per il trattamento di dati sensibili; Il diritto della sicurezza informatica; La Giurisprudenza del Garante relativa a trattamenti di dati sensibili; Geolocalizzazione e trattamento dei dati sensibili; L'attività di profilazione dei dati sensibili: limiti e diritti; Gli obblighi di distruzione del dato sensibile; Il diritto all'oblio e gli strumenti di tutela delle informazioni all'interno della Rete; La responsabilità degli intermediari nel trattamento di dati sensibili; Casi di studio: giurisprudenza in tema di responsabilità dell'internet service provider.

*Modulo II – Contrattualistica e Policy e trattamento di dati sensibili all'interno dell'azienda.*

Internet e posta elettronica sul luogo di lavoro; Il corretto utilizzo dei dati personali; Policy relative ai compiti degli amministratori di sistema; Policy di trattamento dei dati relativi a segreti industriali; I contratti ad oggetto informatico relativi ai servizi critici che comportano trattamento di dati sensibili.

*Modulo III- Computer Crimes, computer forensics e trattamento di dati sensibili*

Introduzione alla sistematica dei delitti informatici nell'ambito del diritto penale; Le indagini digitali; I modelli organizzativi ex 231/01.

### Propedeuticità consigliate

-

### Materiale di riferimento

Il testo obbligatorio per tutti gli studenti ai fini della preparazione dell'esame è il seguente:

- P. Perri, Protezione dei dati e nuove tecnologie, Milano, Giuffrè, 2007.

In alternativa potrà essere adottato il seguente testo:

- P. Perri, Privacy, diritto e sicurezza informatica, Milano, Giuffrè, 2007.

Si consiglia altresì la lettura del seguente testo:

- G. Ziccardi, Hacker. Il richiamo delle libertà, Marsilio, Venezia, 2011.

Di concerto con il docente potranno essere adottati testi differenti.

### Prerequisiti

-

### Modalità di esame:

Orale. Scritto per i soli frequentanti (si considera frequentante chi abbia presenziato ad almeno il 70% delle lezioni).

### Modalità di frequenza:

Fortemente consigliata

### Modalità di erogazione:

Tradizionale

### Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

**Pagina web del corso**

<http://www.ccdinfer.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F2Y/curriculum/F2Y-30/F2Y-30.15.1/index.html>

**Altre informazioni**

Ulteriori informazioni disponibili nella pagina ufficiale del corso.

# Wireless and mobile networks

**Professor: Agazzi Simone**

## Goals

The Course deals with mobile and wireless networks by a technological and architectural point of view. The main current technologies for communication on radio channel will be analyzed, with particular reference to cellular network and to technologies for wireless networks ad hoc, as Bluetooth, IEEE 802.11, ZigBee. We will identify for each solution the architecture of protocols and services and we will point out the most relevant algorithmic aspects. An important course part will be kept for routing protocols on wireless networks, with a hint also to the case of mobile knots, and for the impact on TCP protocol generated by radio channels.

## Syllabus

- Introducing Personal and Local Wireless Networks
- Bluetooth
  - Configuration and architecture
  - Protocol and service in basic band
  - Protocol and L2CAP service
  - SDP protocol
- IEEE 802.11
  - Configuration and architecture
  - Protocol and under-level MAC service
- Introducing sensor networks
  - MAC energy-aware protocol (S-MAC)
  - ZigBee
- Cellular Networks
  - WCDMA politics
  - UMTS
  - High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)
- Routing on wireless networks
  - Mobile IP and WAP
  - Networks ad hoc (AODV, geographic routing, epidemic routing)
- TCP on wireless channel
  - TCP Reno e TCP New Reno
  - End-to-end approaches
  - Link Layer approaches
- Conclusions and exercises

## Recommended preparatory courses

-

## Course materials

- UMTS. Tecniche e architetture per le reti di comunicazioni mobili multimediali
  - Author: Columpsi Gennaro ; Leonardi Marco; Ricci Alessio
  - Editor: Hoepli
- Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee and WiMAX
  - Author: Di Houda Labiod, Afifi Hossam, Costantino De Santis
  - Editor: Springer
- Slides given by the teacher.

## Prerequisites

Theoretical knowledge about networks

## Course assessments

Oral exam

**Lecture attendance**

Recommended

**Teaching format**

In presence learning

**Language**

English

**Course web page**

<http://www.ccdinfer.unimi.it/it/corsiDiStudio/2015/F94of1/default/F94-64/F94-64.15.1/index.html>