SSL, TLS ed OpenSSL

Alfredo De Santis

Dipartimento di Informatica
Università di Salerno

ads@dia.unisa.it

http://www.dia.unisa.it/professori/ads

Maggio 2014

Overview

PARTE I: Il protocollo SSL

- Motivazioni
- SSL: l'handshake ed il record layer
- Il protocollo TLS
- Controllo dell'accesso

PARTE II: Transazioni sicure sul WEB

- OpenSSL
- Gestione di certificati digitali
- ModSSL

TCP/IP

Login
Password
Cookie

Login, Password, Cookie…

TCP/IP

Motivazioni

- TCP/IP consente di leggere ed alterare i dati che vengono inviati in rete
- Le informazioni scambiate tra 2 applicazioni su Internet passano per diverse organizzazioni
- Molti servizi richiedono il supporto delle stesse proprietà (autenticazione, integrità, …)

Il protocollo SSL

- SSL = Secure Socket Layer
- Socket = concetto di UNIX per network API
- Offre meccanismi di sicurezza alle applicazioni che usano il protocollo TCP
- E' uno standard per rendere sicuro il protocollo HTTP
- Altri protocolli usano SSL (NNTP, POP3, IMAP, ...)

Caratteristiche di SSL

- Fornisce l'autenticazione per le applicazioni server e client
- Cifra i dati prima di inviarli su un canale pubblico
- Garantisce l'integrità dell'informazione
- E' stato progettato per essere efficiente
- I principali algoritmi crittografici utilizzati vengono negoziati tra le parti

Uso diffuso di SSL

- Commercio elettronico
  - Ordinazioni: le form con cui si ordina un prodotto vengono inviate usando SSL
  - Pagamenti: quando viene inserito un numero di carta di credito, l'invio dei dati avviene usando SSL
- Accesso ad informazioni sicure
  - La consultazione di informazioni accessibili solo da utenti "qualificati"
  - L'invio di password o altri dati riservati

Storia di SSL

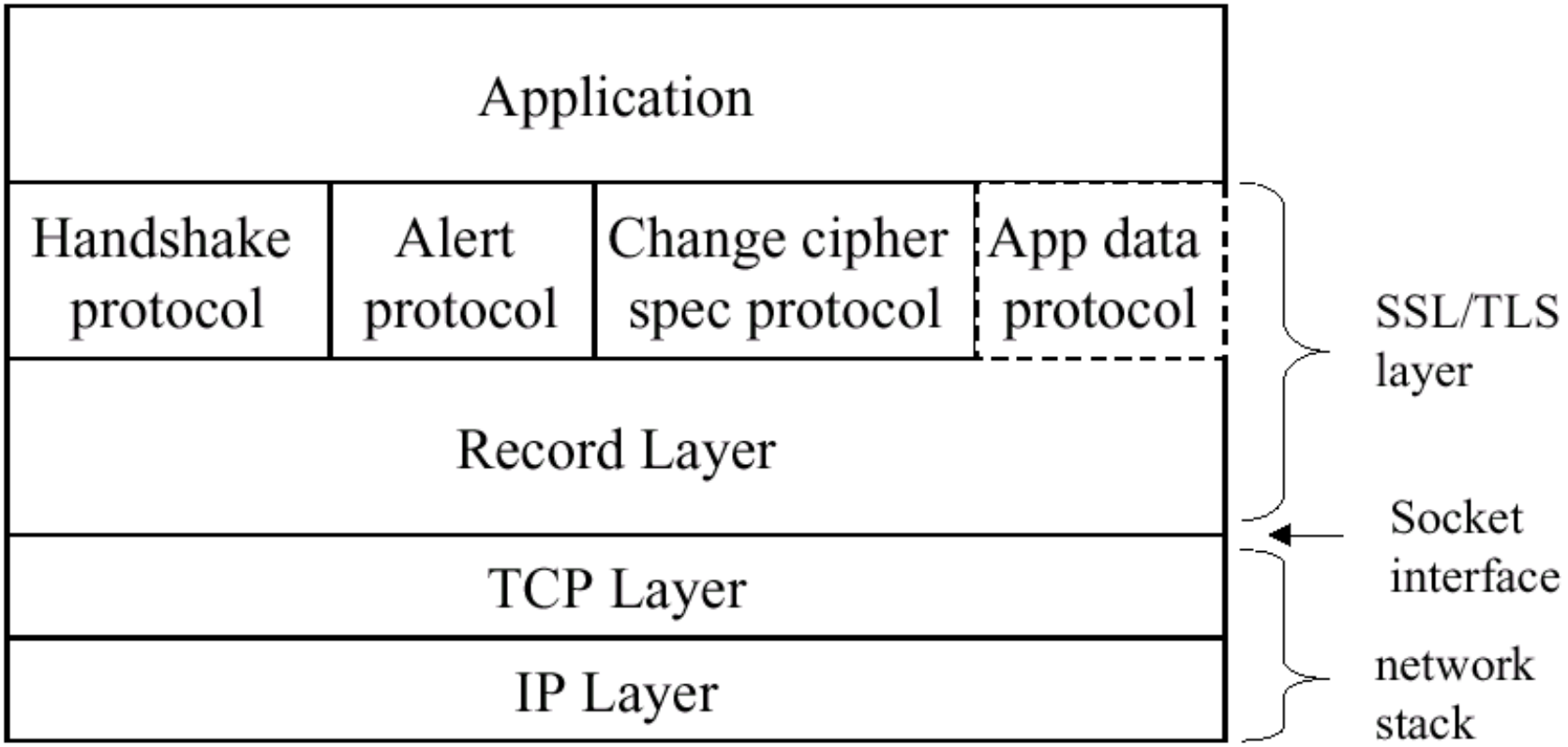
- Sviluppato ed introdotto da Netscape
- 1994 versione 1: diversi problemi, mai utilizzata
- 1994 versione 2: implementata in Navigator 1
- 1996 versione 3: implementata in Navigator 3
- 1999 TLS (Transport Layer Security) RFC 2246

  evoluzione di SSL proposta dall'IETF

SSL: funzionalità

- Cifratura simmetrica
- Cifratura asimmetrica
- Firme digitali
- Certificati digitali (X509v.3)
- Specifiche chiare e formali
- Negoziazione dei parametri
- Handshake al momento della connessione
- Riutilizzo di parametri negoziati in precedenza

SSL e TCP/IP


Application
Handshake protocol
Alert protocol
Change cipher spec protocol
App data protocol
Record Layer
TCP Layer
IP Layer
SSL/TLS layer
Socket interface
network stack

Componenti di SSL

- Alert protocol
  - Notifica situazioni anomale o segnala eventuali problemi
- Handshake protocol
  - Permette alle parti di negoziare i diversi algoritmi necessari per la sicurezza delle transazioni
  - Consente l'eventuale autenticazione tra le parti
- Change Cipher Spec protocol
  - Impone l'esecuzione di un nuovo handshake per rinegoziare i parametri di sicurezza e ripetere l'autenticazione
- Record protocol
  - Si occupa della compressione, del MAC e della cifratura

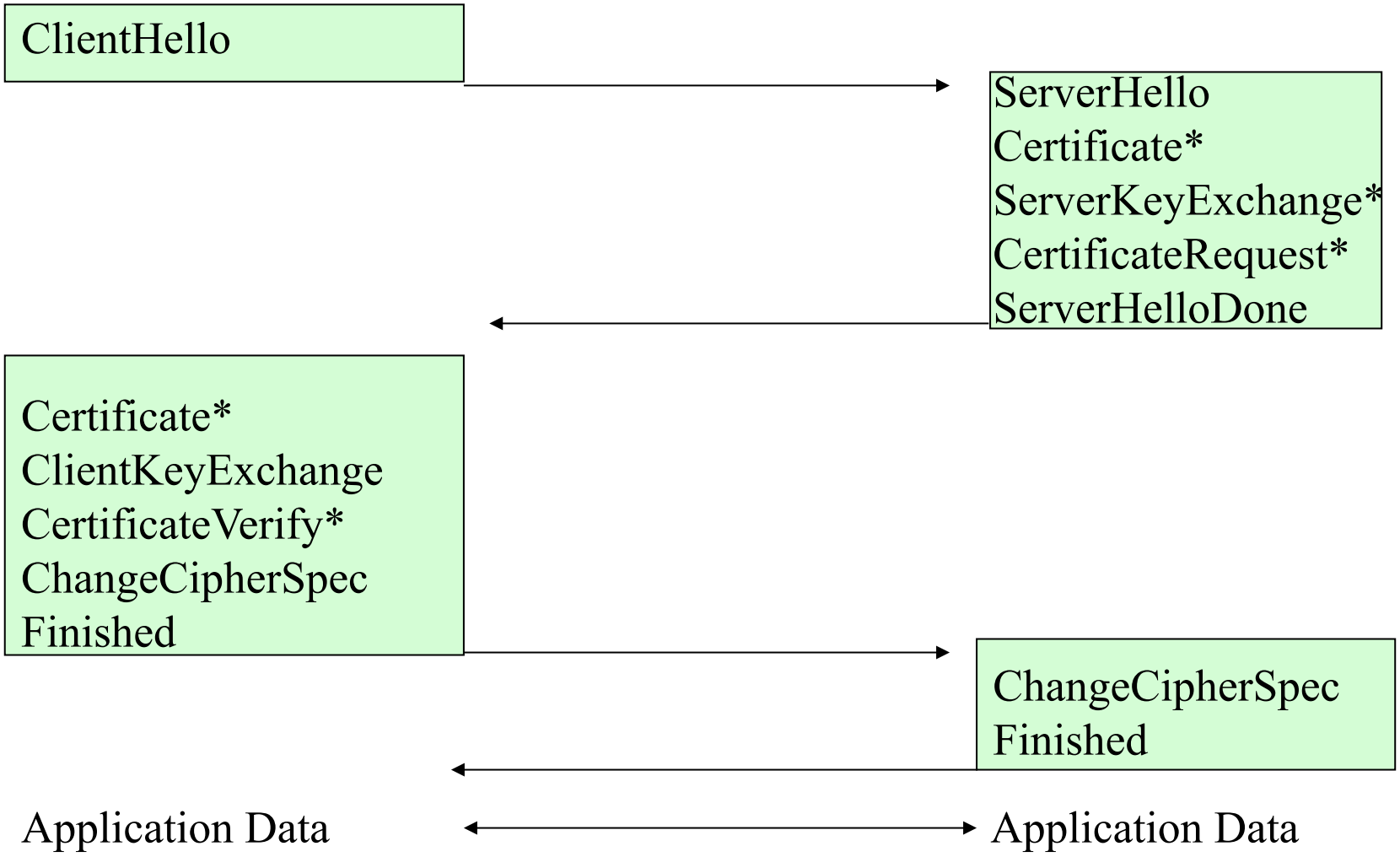
Ciphersuite di SSL

- Algoritmo per lo scambio di chiavi
- Algoritmo per l'autenticazione
- Algoritmo per la cifratura simmetrica
- Algoritmo per il message authentication code (MAC)
- Esempi
  - **EXP- RSA - RC4- MD5**
    - ⇒ **Kx= RSA(512), Au= RSA, Enc= RC4(40), Mac= MD5, exp**
  - **RSA - DES- CBC3- SHA**
    - ⇒ **Kx= RSA, Au= RSA, Enc= 3DES(168), Mac= SHA1**

Sessione sicura

- Una sessione sicura rappresenta una sequenza di valori che possono essere utilizzati con SSL
  - valori segreti (calcolati durante l'handshake)
  - ciphersuite (stabilita durante l'handshake)
- Stabilire tutti i parametri ogni volta che c'è una connessione può essere inefficiente. Una sessione può sopravvivere quindi tra più connessioni

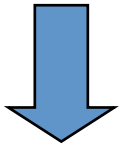
Handshake di SSL



*messaggio opzionale

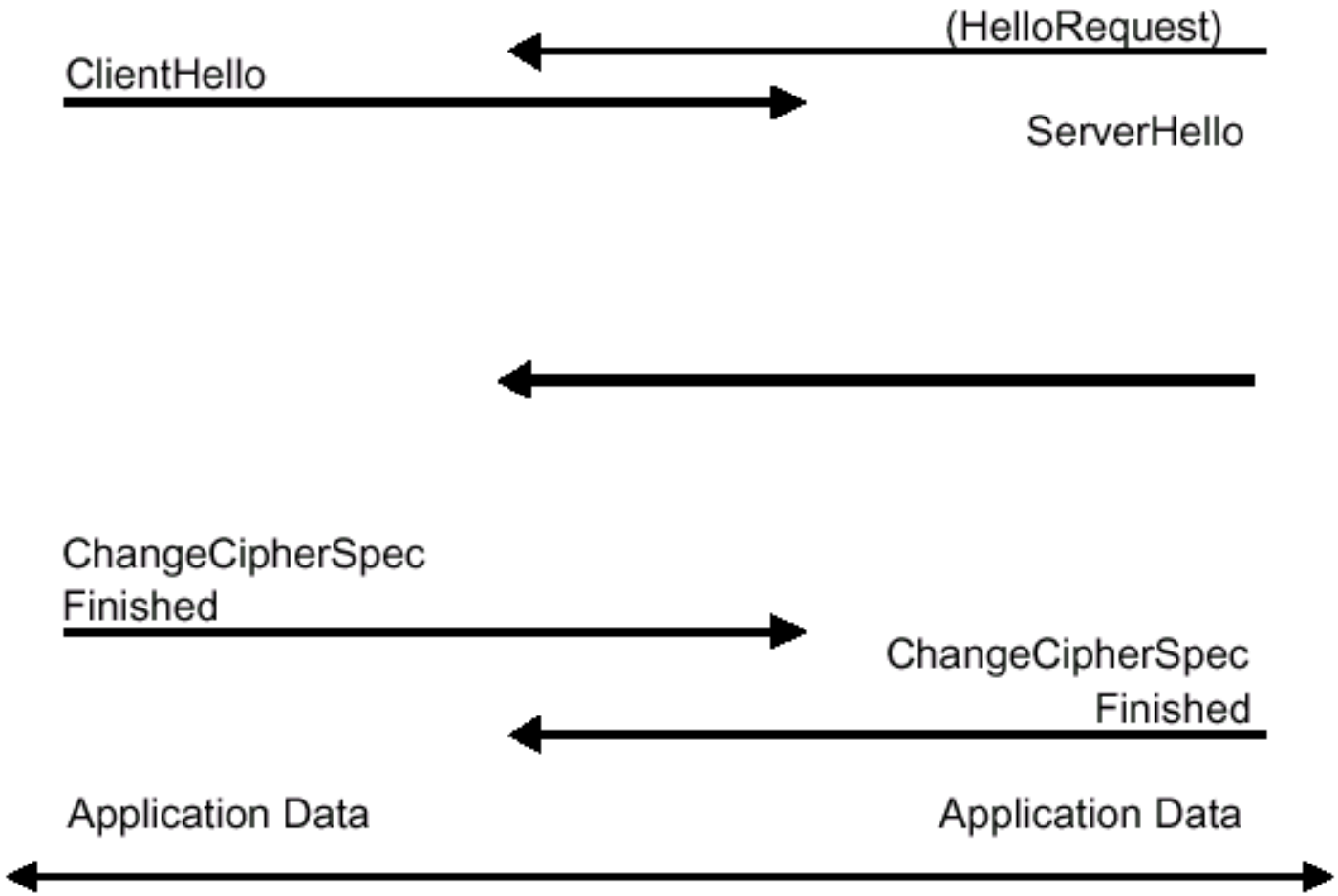
Costo di una sessione

- Client side
  - Generazione di valori random
  - Verificare il certificato digitale del server
  - Generare dei valori random per la chiave
  - Cifrare i valori random con la chiave pubblica del server
  - Calcolare la chiave attraverso degli hash
- Server side
  - Generazione di valori random
  - Decifrare i valori inviati dal client
  - Verificare il certificato del client e la firma di una challenge
  - Calcolare la chiave attraverso degli hash



Un elevato rate di accessi metti in crisi il server

Handshake: Riesumazione



SSL: {Client, Server}Hello, ServerHelloDone

- Sono i primi messaggi inviati per stabilire i parametri di una sessione
- Permettono di scambiare valori Random generati da entrambe le parti
- Permettono alle parti di accordarsi su una ciphersuite
- Controllano la necessità di riesumare una sessione iniziata in precedenza
- Sono tutti obbligatori e l'unico senso di ServerHelloDone è comunicare che il blocco di messaggi del server è terminato

ClientHello

```
struct {
      ProtocolVersion client_version;
      Random random;
      SessionID session_id;
      CipherSuite cipher_suites<0..2^16-1>;
      CompressionMethod
    compression_methods<0..2^8-1>;
} ClientHello;
```

ServerHello

```
struct {
    ProtocolVersion server_version;
   Random random;
   SessionID session_id;
   CipherSuite cipher_suite;
   CompressionMethod
   compression_method;
} ServerHello;
```

Autenticazione: Certificate, Certificate{Request, Verify}

- Sono i messaggi che consentono alle parti di autenticarsi
- Il messaggio Certificate contiene una lista di certificati
- Il certificato del server deve essere conforme con l'algoritmo di autenticazione specificato dalla ciphersuite concordata
- Il certificato client deve essere mandato solo se c'e' un messaggio CertificateRequest

Autenticazione: Certificate, Certificate{Request, Verify}

- L'eventuale certificato inviato dal client deve essere conforme e specifiche indicate nel messaggio CertificateRequest (può vincolare il tipo di certificato e le Certification Authority che lo hanno rilasciato)
- L'invio dei certificati non è obbligatorio ma quello server può essere necessario (dipende dalla ciphersuite stabilita)

KeyExchange

- Il server invia il messaggio ServerKeyExchange se il proprio certificato non è sufficiente per il tipo di autenticazione stabilito nella chipersuite

- Il messaggio ClientKeyExchange è obbligatorio e con esso le parti hanno le informazioni necessarie per poter calcolare la chiave di cifratura simmetrica da utilizzare dopo l'handshake

ServerKeyExchange

```
struct {
        select (KeyExchangeAlgorithm) {
            case diffie_hellman:
                ServerDHParams params;
                Signature signed_params;
            case rsa:
                ServerRSAParams params;
                Signature signed_params;
    };
} ServerKeyExchange;
```

ClientKeyExchange

```
struct {
      select (KeyExchangeAlgorithm) {
          case rsa: EncryptedPreMasterSecret;
          case diffie_hellman: ClientDiffieHellmanPublic;
      } exchange_keys;
} ClientKeyExchange;

struct {
        ProtocolVersion client_version;
        opaque random[48];
} PreMasterSecret;
```

CertificateVerify

- Il messaggio CertificateVerify viene inviato dal client solo se ha inviato il proprio certificato
- Contiene una firma digitale dell'hash dei messaggi scambiati fino a quel momento
- Il messaggio ServerKeyExchange oppure la decifratura di ClientKeyExchange vengono usati con il messaggio Finished per l'identificazione del server

ChangeCipherSpec - Finished

- Con ChangeCipherSpec ogni parte indica all'altra che sta per usare gli algoritmi e le chiavi appena negoziati
- I messaggi Finished sono di testing e sono i primi messaggi che vengono inviati utilizzando gli ultimi algoritmi e chiavi concordati

Calcolo delle chiavi

Master_secret =

MD5(pre_master_secret +

SHA('A' + pre_master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random)) +

MD5(pre_master_secret +

SHA('BB' + pre_master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random)) +

MD5(pre_master_secret +

SHA('CCC' + pre_master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random))

Calcolo delle chiavi

Key_block =

MD5(master_secret +

SHA('A' + master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random)) +

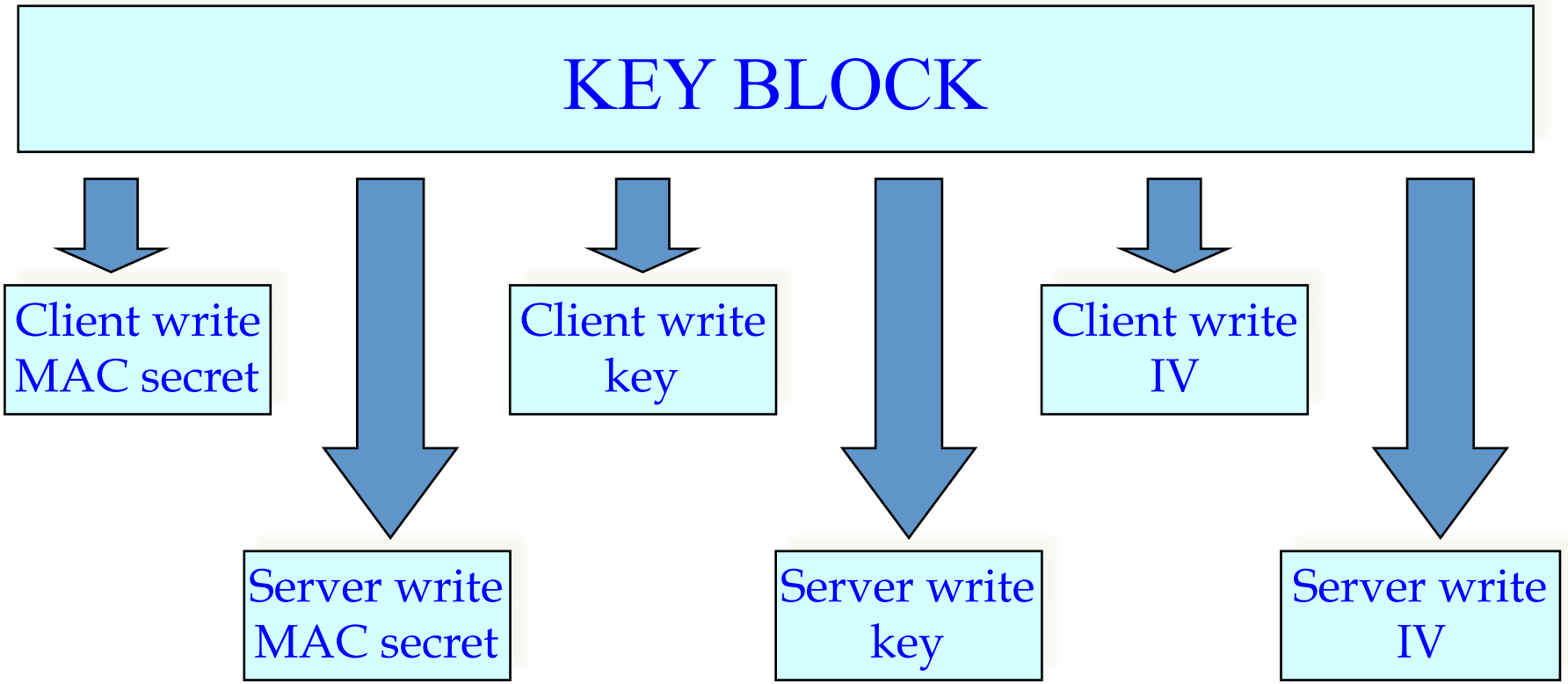
MD5(pre_master_secret +

SHA('BB' + master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random)) +

MD5(master_secret +

SHA('CCC' + master_secret + ClientHello.random + ServerHello.Random))

Calcolo delle chiavi



PKIX: Autenticazione

Challenge

enum { client(0x434C4E54), server(0x53525652) } Sender;

md5_hash = MD5(master_secret + pad2 +
MD5(handshake_messages +
Sender + master_secret + pad1));

sha_hash = SHA(master_secret + pad2 +
SHA(handshake_messages +
Sender + master_secret + pad1));

Firma in ClientVerify

CertificateVerify.signature.md5_hash

MD5(master_secret + pad_2 +

MD5(handshake_messages + master_secret + pad_1));

CertificateVerify.signature.sha_hash

SHA(master_secret + pad_2 +

SHA(handshake_messages + master_secret + pad_1));

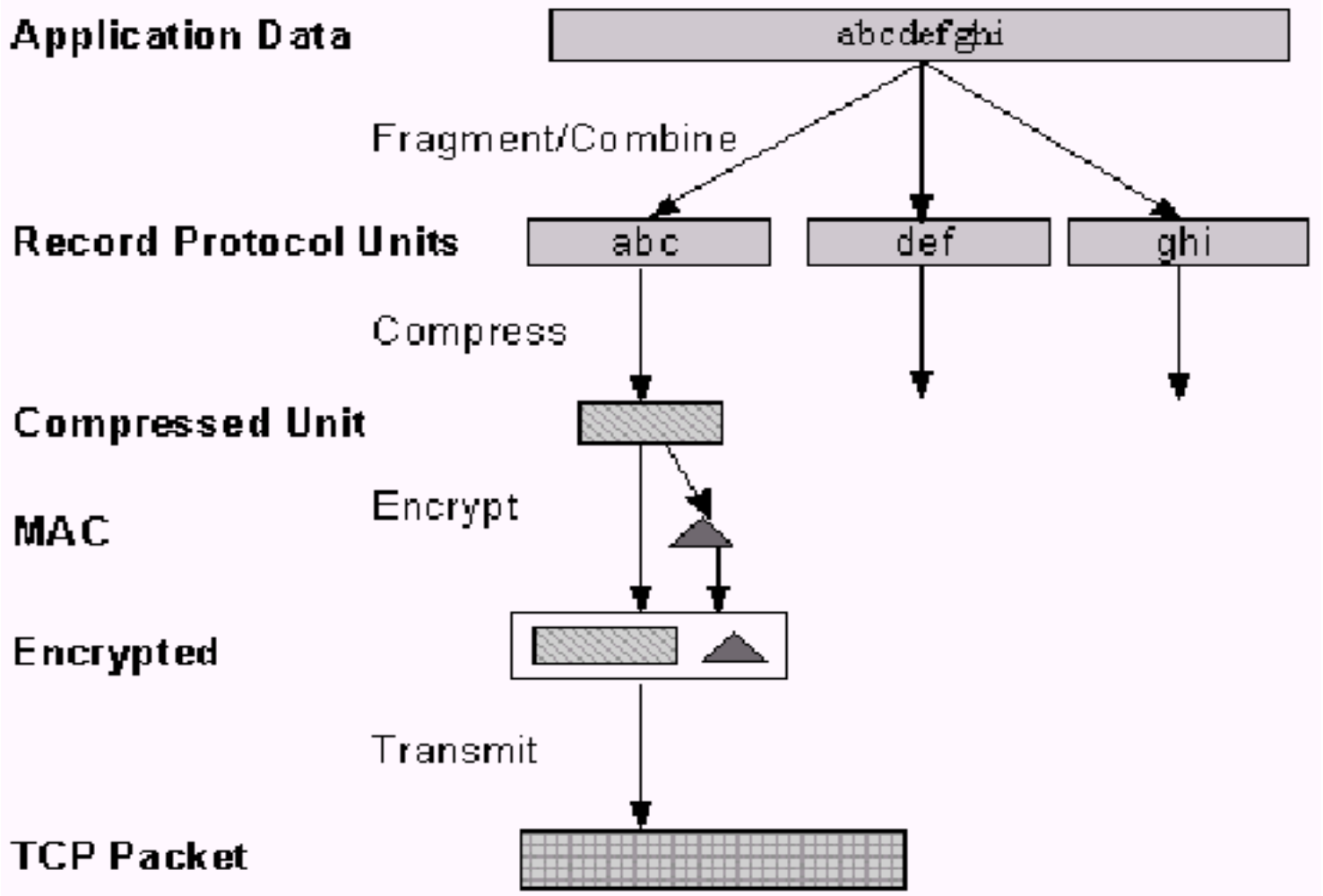
pad_1	0x36 ripetuto 48 volte per MD5 o 40 volte per SHA.
pad_2	0x5c rpetuto 48 volte per MD5 o 40 volte per SHA.

ChangeCipherSpec, Finished

```
struct {
     enum { change_cipher_spec(1), (255) }
   type;
}  ChangeCipherSpec;

struct {
    opaque md5_hash[16];
    opaque sha_hash[20];
} Finished;
```

Il compito di SSL (semplificato)



TLS: key_block

A(0) = seed
A(i) = HMAC_hash(secret, A(i-1))

P_hash(secret, seed) =
    HMAC_hash(secret, A(1) + seed) +
    HMAC_hash(secret, A(2) + seed) +
    HMAC_hash(secret, A(3) + seed) + ...

PRF(secret, label, seed) =
    P_MD5(S1, label + seed) XOR P_SHA-1(S2, label + seed);
dove secret = S1 + S2

key_block =
  PRF(master_secret, "key expansion", server_random + client_random);

SSL: Analisi

- Connessione anonima
  - server e client non presentano certificati
  - scambi di chiavi con Diffie-Hellman
  - attacco man in the middle
- Server autenticato
  - con RSA autenticazione e scambi chiavi combinati
- Server e client autenticati
  - entrambi provano di conoscere la chiave privata corrispondente alla pubblica presente nel certificato

SSL: Analisi

- 2001: viene dimostrato che calcolare il MAC e poi cifrare è meno sicuro rispetto a cifrare e poi calcolare il MAC
- 2002: viene presentato un attacco agli schemi di padding per i cifrari a blocchi in modalità CBC. L'attacco decifra blocchi e richiede:
  - La disponibilità dei messaggi di errore
  - Il proseguimento di una sessione in caso di errore

  A causa del secondo vincolo è applicabile solo parzialmente ad SSL consentendo di indovinare l'ultimo byte con probabilità 254/255.

SSL: Analisi

- 2003: l'attacco agli schemi di padding per i cifrari a blocchi in modalità CBC viene esteso a SSL/TLS e richiede:
  - Un'informazione ripetutamente cifrata (per esempio la password della posta elettronica)
  - Un cifrario a blocchi in modalità CBC
  - La possibilità di effettuare attacchi attivi tra client e server
  - La possibilità di distinguere i tempi di esecuzione su errori differenti
- Tutti gli attacchi sono stati riparati nelle ultime release delle librerie che implementano SSL, ma chi ha aggiornato il proprio software ?

Utilizzo di SSL per il WEB

- Bisogna utilizzare un browser che supporti SSL
- Internet Explorer e Netscape Navigator supportano SSL
- E' possibile installare delle apposite patch per aggiungere alle vecchie versioni di tali browser il supporto di chiavi a 128 e 1024 bit
- E' possibile utilizzare un proxy col supporto di SSL

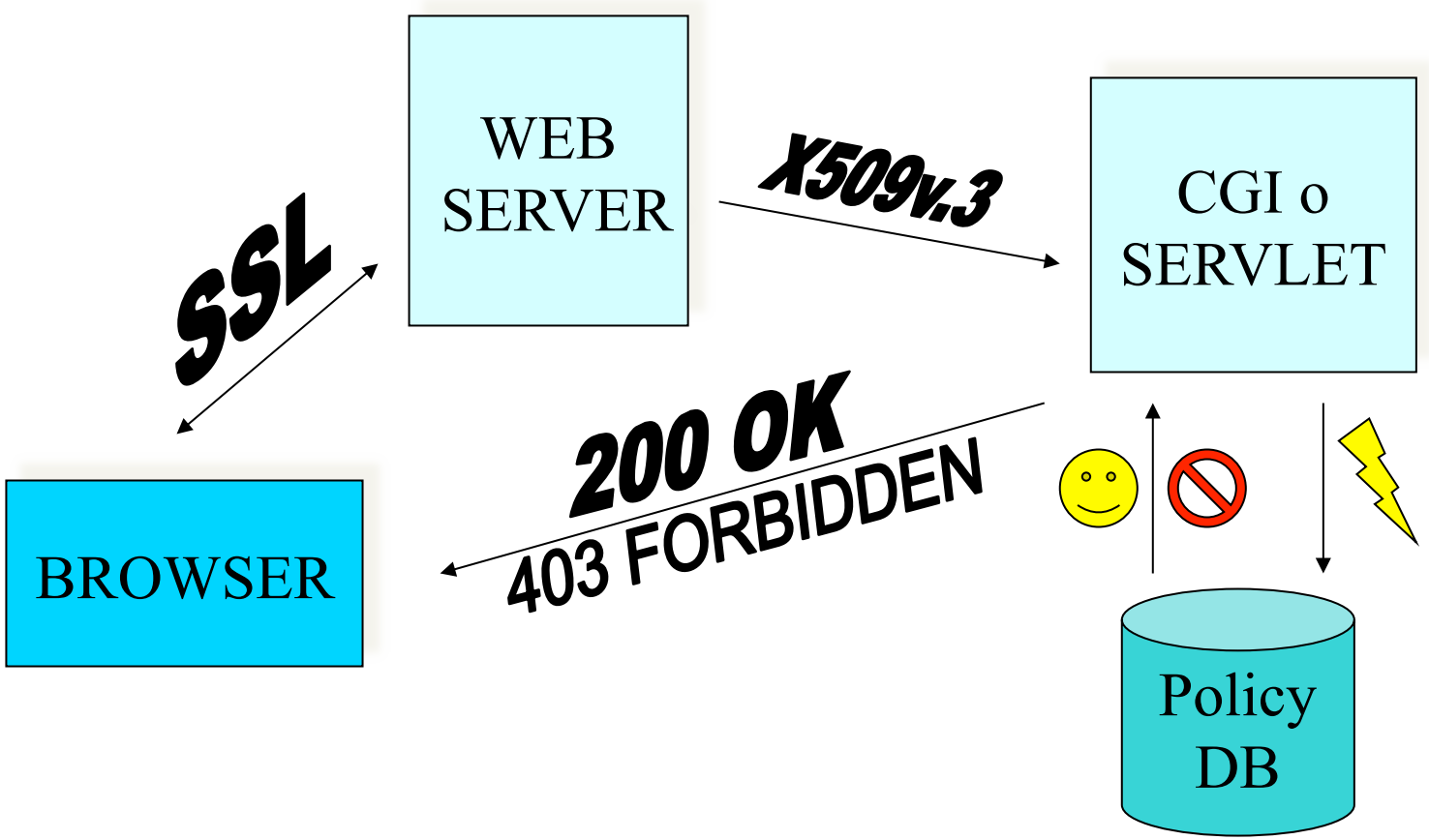
SSL: Access Control

- Autenticazione basata sull'indirizzo dell'host
  - Soltanto alcuni indirizzi IP hanno l'accesso (spoofing)
- Autenticazione basata su username e password
  - Tutto ciò che passa in rete è cifrato
  - Viene evitato lo spoofing
  - Ma i cookie sono in chiaro su disco
  - Le password sono facilmente comunicate ad altri

SSL: Access Control

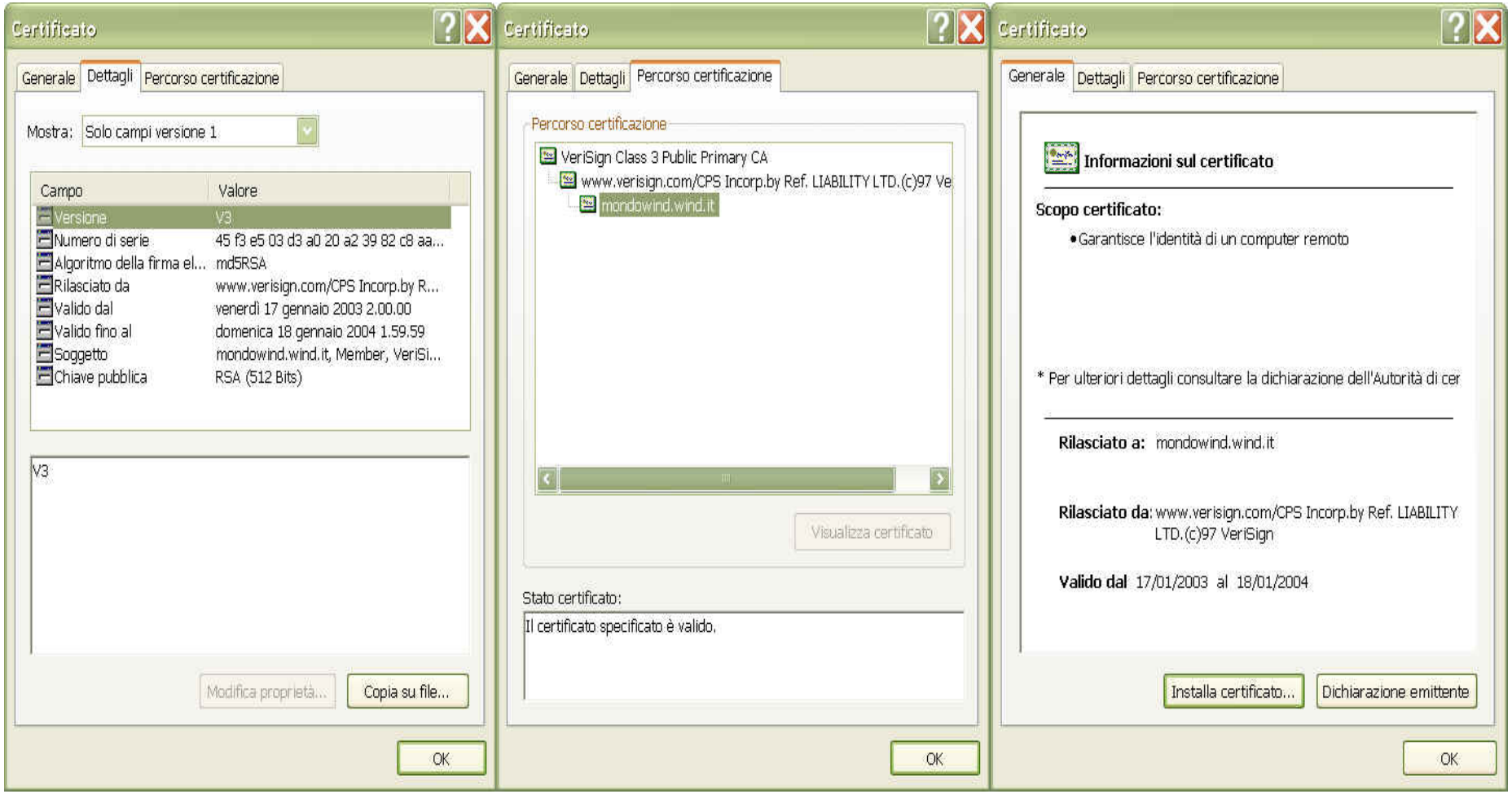
- Il server ha un database con i certificati degli utenti “qualificati” e le politiche di accesso
- Il web server richiede il certificato client durante l’handshake di SSL
- Il client invia il certificato richiesto dal server, di conseguenza, dopo aver stabilito la transazione sicura, potrà ottenere tutti i servizi consentiti de politiche di accesso in base all’identità evidenziata dal certificato digitale

Access Control: Servlet o CGI



HTTPS: pagine WEB sicure

HTTPS: pagine WEB sicure



Disponibilità di SSL

- Implementazione di Netscape
  - » sslref
- Implementazione Open Source
  - » Openssl
- Supportato da Browser e Web Server
  - » https
- Applicazioni *SSL aware*
  - » pop3

OpenSSL

- OpenSSL è un package open source
- E’ sottoposto a manutenzione continua
- E’ utilizzato per lo sviluppo di importanti applicazioni (modSSL)
- Contiene implementazioni di vari algoritmi di crittografia
- Contiene implementazioni di Big Number, formati DER, PEM, pkcs7, pkcs12….
- Implementa il protocollo SSL/TLS
- Ha i comandi per gestire certificati digitali

OpenSSL: Certificati self-signed

- openssl req -config openssl.cnf -newkey rsa:512
  -days 1000 –nodes -keyout cakey.pem
  -out cacert.pem -x509 -new

  - req indica la richiesta di un nuovo certificato
  - x509 indica che il certificato deve essere self-signed
  - config indica il file con le configurazioni da usare per default
  - newkey specifica il formato della chiave
  - days indica la durata di validità
  - nodes indica che la chiave privata sia salvata in chiaro
  - keyout indica il nome del file con la chiave privata
  - out indica il nome del file col certificato

Certificato self-signed

```
y.pem -days 365 -nodes -newkey RSA:1024 -config openssl.cnf
Using configuration from openssl.cnf
Loading 'screen' into random state - done
Generating a 1024 bit RSA private key
.........++++++
.....................++++++
writing new private key to 'cakey.pem'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) []:IT
State or Province Name (full name) []:Salerno
Locality Name (eg, city) []:Fisciano
Organization Name (eg, company) []:Unisa
Organizational Unit Name (eg, section) []:Corso Security
Common Name (eg, your websites domain name) []:CASecurity
Email Address []:
```

OpenSSL: richiesta di certificati

- openssl req -new -newkey rsa:512 -nodes
  -keyout Key.pem –out Req.pem
  -config openssl.cnf

  - new indica che è una nuova richiesta di certificato
  - config indica il file con le configurazioni da usare per default
  - newkey specifica il formato della chiave
  - nodes indica che la chiave privata sia salvata in chiaro
  - keyout indica il nome del file con la chiave privata
  - out indica il nome del file col certificato

Richiesta di un certificato

```
Loading 'screen' into random state - done
Generating a 1024 bit RSA private key
.++++++
.................................++++++
writing new private key to 'clientkey.pem'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) []:IT
State or Province Name (full name) []:Salerno
Locality Name (eg, city) []:Fisciano
Organization Name (eg, company) []:Unisa
Organizational Unit Name (eg, section) []:Corso Security
Common Name (eg, your websites domain name) []:Client
Email Address []:

Please enter the following 'extra' attributes
```

OpenSSL: rilascio di certificati

openssl ca -policy policy_anything

-out cert.pem -config openssl.cnf –infiles req.pem

- config indica il file con le configurazioni da usare per default
- policy indica le politiche da utilizzare per il rilascio
- infiles indica il nome del file con la richiesta
- out indica il nome del file col certificato
- ca è l'opzione per la firma di un certificato

Rilascio di un certificato

```
Loading 'screen' into random state - done
Check that the request matches the signature
Signature ok
The Subjects Distinguished Name is as follows
countryName           :PRINTABLE:'IT'
stateOrProvinceName   :PRINTABLE:'Salerno'
localityName          :PRINTABLE:'Fisciano'
organizationName      :PRINTABLE:'Unisa'
organizationalUnitName:PRINTABLE:'Corso Security'
commonName            :PRINTABLE:'Client'
Certificate is to be certified until Jun 14 19:31:04 2004 GMT (365 days)
Sign the certificate? [y/n]:y


1 out of 1 certificate requests certified, commit? [y/n]y
Write out database with 1 new entries
Data Base Updated

C:\Ivan\ApaOpMod\openssl\bin>_
```

L'utility x509 per la gestione dei certificati

- L'utility x509 di OpenSSL gestisce i certificati digitali
- Permette la conversione tra formati di certificati
- Consente la visualizzazione delle informazioni contenute in un certificato
- Permette di conoscere l'hash di un certificato da utilizzare per referenziarlo come certificato di un Certification Authority in una directory

L'utility x509

- Ecco le principali opzioni dell'utility:
  - -in indica il file di input col certificato
  - -out indica il file di output col certificato
  - -inform indica il formato di input
  - -outform indica il formato di output
  - -text visualizza le informazioni contenute nel certificato
  - -noout non visualizza il certificato nel suo formato
  - -hash visualizza l'hash del certificato nel formato necessario per usarlo come una CA in una directory

Uso di X509

```
C:\Ivan\ApaOpMod\openssl\bin>openssl x509 -in clientcert.pem -text -noout
Certificate:
    Data:
        Version: 3 (0x2)
        Serial Number: 3 (0x3)
        Signature Algorithm: md5WithRSAEncryption
        Issuer: C=IT, ST=Salerno, L=Fisciano, O=Unisa, OU=Corso Sicurezza, CN=Au
thority del corso di sicurezza
        Validity
            Not Before: Jun 15 19:31:04 2003 GMT
            Not After : Jun 14 19:31:04 2004 GMT
        Subject: C=IT, ST=Salerno, L=Fisciano, O=Unisa, OU=Corso Security, CN=Cl
ient
        Subject Public Key Info:
            Public Key Algorithm: rsaEncryption
            RSA Public Key: (1024 bit)
                Modulus (1024 bit):
                    00:e1:b5:67:66:78:9a:69:6a:a3:52:3c:df:b4:4b:
                    fe:60:b7:c9:4f:db:8c:02:d6:de:57:1d:7b:b6:72:
                    67:b0:72:fe:d4:19:a5:40:20:58:59:cd:0e:f9:3e:
                    0f:d6:e6:d7:f7:b8:83:8f:6d:67:32:75:12:0e:67:
                    51:7e:12:78:5b:13:9a:89:d7:98:4e:de:09:66:f0:
                    97:2e:d5:7e:55:2a:13:da:73:0c:01:50:e2:2f:2c:
                    00:7d:5f:fc:8f:de:c5:10:41:ee:bc:52:b4:bc:3d:
                    c0:81:dd:89:07:5b:c7:47:3b:60:83:29:6f:22:03:
                    b4:2f:52:84:d1:ab:60:16:cd
                Exponent: 65537 (0x10001)
    Signature Algorithm: md5WithRSAEncryption
        25:c8:7f:c4:4e:fa:56:05:c1:c9:4f:42:9b:cd:91:f6:9d:d2:
        e9:7d:93:b8:85:a8:44:06:33:4f:ce:05:fc:24:f7:65:44:ae:
        5b:df:b1:9a:f0:ea:9b:f7:12:47:a4:d3:2c:9e:63:11:32:56:
        66:81:d5:33:6e:9a:50:84:67:21:cb:a6:1c:ed:f5:12:cc:f2:
        3f:bd:af:aa:0a:70:bc:8a:f2:ca:02:d3:d6:9c:a1:32:6b:2b:
        b0:81:51:30:7b:e2:b8:14:e5:58:82:fb:08:6b:86:a9:c0:5d:
```

OpenSSL – Conversione in p12

- Il formato PKCS12 viene utilizzato per importare certificati e chiavi in un browser

openssl pkcs12 -export -chain -CAfile cacert.pem -inkey Key.pem -name Abc –in Cert.pem -out Cert.p12

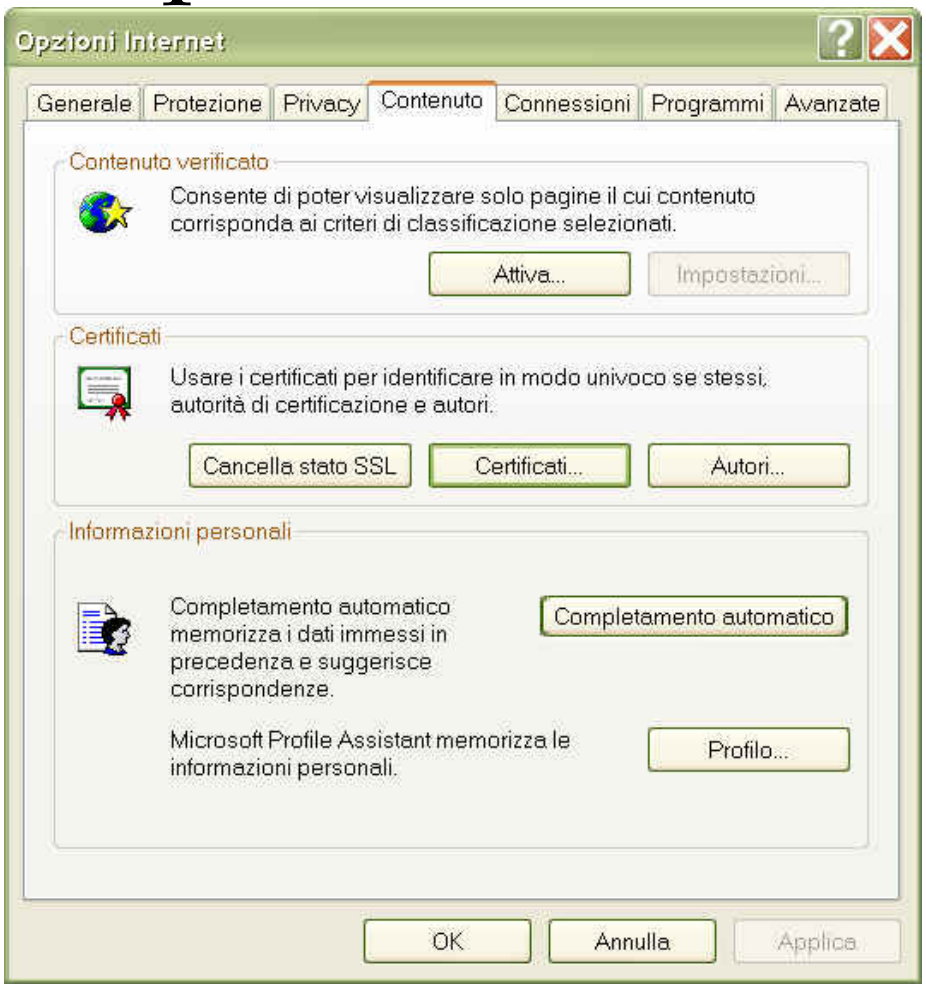
- Vengono indicati i file con le informazioni necessarie per ottenere un file in formato PKCS12

Uso di PKCS12

```
C:\Ivan\ApaOpMod\openssl\bin>openssl pkcs12  -export -inkey clientkey.pem -name
client -in clientcert.pem -out clientcert.p12
Loading 'screen' into random state - done
Enter Export Password:
Verifying password - Enter Export Password:

C:\Ivan\ApaOpMod\openssl\bin>_
```

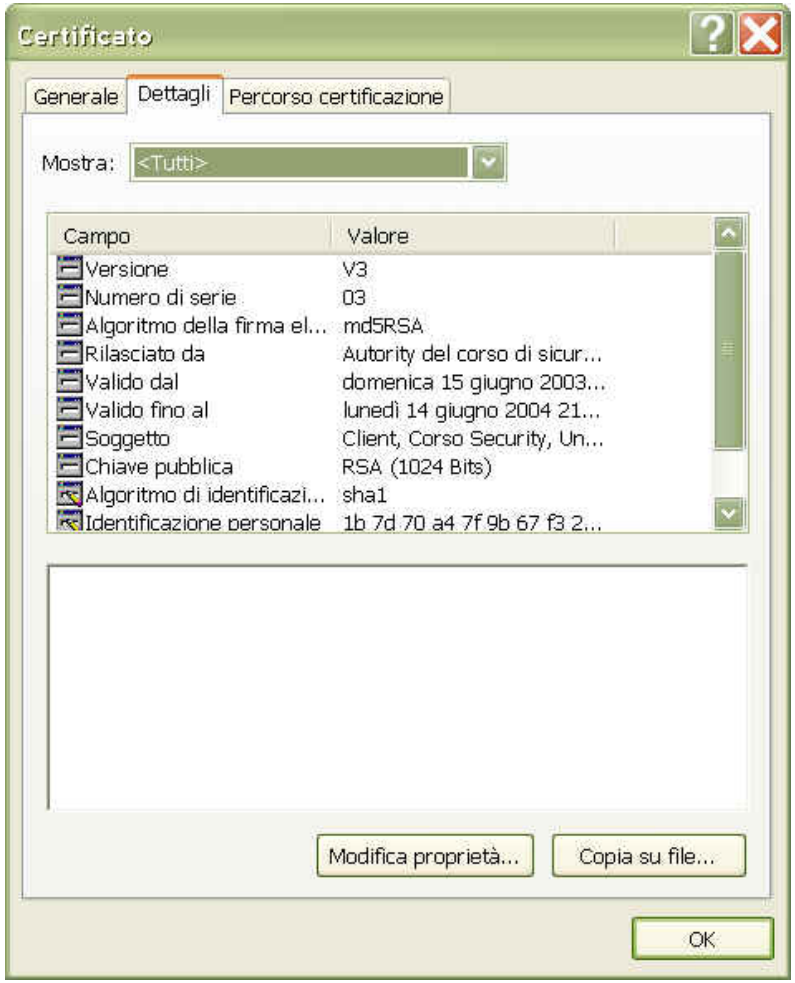
Importazione in IE



Importazione in IE

Importazione in IE

Importazione in IE



Importazione in IE

SSLClient con OpenSSL

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <netinet/in.h>
#include <openssl/ssl.h>
#define LEN 1024
#define PORT 3000

main(int argc, char **argv){

    char    CAfile[]="CACert.pem";
    char    buff_out[]="Prova di Invio Sicuro";
    char    buff_in[LEN];
    SSL     *ssl;
    SSL_CTX *ctx;
```

SSLClient con OpenSSL

```
int     sd, cnt;
struct sockaddr_in  servaddr;
    if (argc != 2) {
            fprintf(stderr,"usage: %s <IPaddress>\n", argv[0]);
            exit (1);
      }
      if ( (sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) <0){
            perror("opening socket");
            exit(1);
      }
    bzero(&servaddr, sizeof(servaddr));
     servaddr.sin_family = AF_INET;
     servaddr.sin_port   = htons(PORT);
      if (inet_pton(AF_INET, argv[1], &servaddr.sin_addr) <= 0) {
            perror("inet_pton error");
            exit (1);
      }
```

SSLClient con OpenSSL

```
SSLeay_add_ssl_algorithms();   //initialize the supported algorithms
   ctx = SSL_CTX_new(SSLv3_client_method());   // create a secure context
   SSL_CTX_load_verify_locations(ctx, CAfile, NULL);
   ssl = SSL_new(ctx);            // create a free and secure connetion

   SSL_set_fd(ssl,sd);         // assign a file descriptor

     if (connect(sd, (struct sockaddr *) &servaddr, sizeof(servaddr)) < 0){
            perror("connect error");
            exit (1);
     }

   SSL_set_verify(ssl, SSL_VERIFY_PEER, NULL);
   if (SSL_connect(ssl)<0){
          fprintf(stderr,"Errore in SSL_connect\n");
          exit(1);
   }
```

SSLClient con OpenSSL

```
// do a secure and private connect
    SSL_write(ssl,buff_out, strlen(buff_out));      // do a secure write
    SSL_read(ssl, buff_in, LEN);            // do a secure read
    printf("Ho ricevuto:\n\t%s\n",buff_in);
    SSL_shutdown(ssl);                      // close a secure connection
    SSL_free(ssl);                         // free memory
    SSL_CTX_free(ctx);                        // free memory
}
```

SSLServer con OpenSSL

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <netinet/in.h>
#include <openssl/ssl.h>
#define LEN 1024
#define PORT 3000

main(int argc, char **argv){
     char    filename[]="CertServer.pem";
     char    secretkey[]="KeyServer.pem";
     char    buff[LEN];
     SSL     *ssl;
     SSL_CTX *ctx;
       int     sd, connsd, cnt, lencliaddr;
       struct sockaddr_in  servaddr, clientaddr;
```

SSLServer con OpenSSL

```
if ( (sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) <0){
        perror("opening socket");
        exit(1);
    }

    bzero(&servaddr, sizeof(servaddr));
    servaddr.sin_family      = AF_INET;
    servaddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
    servaddr.sin_port        = htons(PORT);

    if (bind(sd, (struct sockaddr *) &servaddr, sizeof(servaddr)) < 0){
        perror("Error in binding");
        exit(1);
    }

    listen(sd, 5);
```

SSLServer con OpenSSL

```
SSLeay_add_ssl_algorithms();                // initialize the supported algorithms

ctx = SSL_CTX_new(SSLv3_server_method());   // create a secure context

// certificate to be used
if(!SSL_CTX_use_certificate_file(ctx, filename, SSL_FILETYPE_PEM)){
        fprintf(stderr, "Non trovo certificato in %s\n", filename);
        exit(1);
}

// private key of the certificate
if(!SSL_CTX_use_PrivateKey_file(ctx, secretkey, SSL_FILETYPE_PEM)){
        fprintf(stderr, "Non trovo chiave in %s\n", filename);
                exit(1);
}
```

SSLServer con OpenSSL

```
for ( ; ; ) {
        ssl = SSL_new(ctx);     // create a free and secure connetion
        connsd = accept(sd, (struct sockaddr *)&clientaddr, (void *)&lencliaddr);
        SSL_set_fd(ssl,connsd);     // assign a file descriptor
        // do a secure accept
        if(SSL_accept(ssl)<0){
                fprintf(stderr,"Errore in SSL Accept\n");
                exit(1);
        }
        cnt = SSL_read(ssl, buff, LEN);     // do a secure read
        buff[cnt] = 0;
        SSL_write(ssl, buff, cnt+1);
        SSL_shutdown(ssl);              // close a secure connection
        SSL_free(ssl);
   }
   SSL_CTX_free(ctx);
}
```

SSLClient con OpenSSL: autenticazione client

```
SSL_CTX_load_verify_locations(ctx,CAfile,NULL);
  // certificate to be used
  if(!SSL_CTX_use_certificate_file(ctx, filename, SSL_FILETYPE_PEM)){
        fprintf(stderr, "Non trovo certificato in %s\n", filename);
        exit(1);
  }

  // private key of the certificate
  if(!SSL_CTX_use_PrivateKey_file(ctx, secretkey, SSL_FILETYPE_PEM)){
        fprintf(stderr, "Non trovo chiave in %s\n", filename);
              exit(1);
  }
```

SSLServer con OpenSSL: autenticazione client

```
    SSL_CTX_load_verify_locations(ctx,CAfile,NULL);
    SSL_CTX_set_verify(ctx,          SSL_VERIFY_PEER|
    SSL_VERIFY_FAIL_IF_NO_PEER_CERT, NULL);
……
……
            cert=SSL_get_peer_certificate(ssl);
            X509_NAME_oneline(X509_get_issuer_name(cert), buff, LEN);
            fprintf(stderr,"Issuer: %s\n",buff);
            X509_NAME_oneline(X509_get_subject_name(cert), buff, LEN);
            fprintf(stderr,"Subject: %s\n",buff);
            name = strstr(buff,"/CN=")+4;
            fprintf(stderr,"Common Name: %s\n",name);
            if (strcmp(name,"Client")!=0) {
                    fprintf(stderr,"Accesso non autorizzato\n");
                    exit(1);
             }
```

OpenSSL: s_server e s_client

- Le utility s_server e s_client vengono distribuite con OpenSSL e sono uno dei principali strumenti di debug utilizzati da chi sviluppa applicazioni client/server sicure
- Possono essere eseguite “indipendentemente” l’una dall’altra e sono configurabili con sequenza di argomenti che consentono di scegliere il tipo di connessione SSL desiderata

L'utility s_server

- L'utility s_server è parte del package OpenSSL
- E' un server SSL utile per il debug di applicazioni client col supporto di SSL
- E' possibile configurare l'esecuzione di questa utility impostando degli argomenti nella riga di comando
- Prevede ad esempio l'eventuale uso di certificati, autenticazione client, selezione di cipher suite, della versione del protocollo

L'utility s_server: parametri per l'esecuzione

-accept arg porta TCP/IP del server (default 4433)
-verify arg richiede l'autenticazione client
-Verify arg fallisce la connessione se non c'è autenticazione client
-cert arg indica il file col certificato server (default server.pem)
-key arg indica il file con la chiave privata (default server.pem)
-dcert arg eventuale secondo certificato (in generale DSA)
-dkey arg eventuale seconda chiave (in generale DSA)
-dhparam arg file con i parametri DH
-nbio l'esecuzione avviene con socket non bloccante
-debug vengono visualizzate maggiori informazioni per il debug
-bugs l'esecuzione tollera alcuni noti bug

L'utility s_server: parametri per l'esecuzione

-CApath arg directory con i certificati delle CA
-CAfile arg file con i certificati delle CA
-nocert i certificati non vengono utilizzati (Anon-DH)
-cipher arg uso di particolari cipher suite
-ssl2 uso di SSLv2
-ssl3 uso di SSLv3
-tls1 uso di TLSv1
-no_ssl2 non uso di SSLv2
-no_ssl3 non uso di SSLv3
-no_tls1 non uso TLSv1
-no_dhe non uso di ephemeral DH
-www Risposta a GET / con una pagina di prova
-WWW Risposta a 'GET /<path> HTTP/1.0' con il file ./<path>

L'utility s_client: parametri per l'esecuzione

-connect host:port indica il server desiderato (default localhost:4433)
-verify arg imposta la verifica del certificato del server
-cert arg indica il certificato da usare
-key arg indica la chiave da usare
-CApath arg indica la directory con i certificati delle CA
-CAfile arg indica il file con i certificati delle CA
-reconnect interrompe la connessione e la riprende (riesuma)
-showcerts mostra i certificati ricevuti
-debug visualizza maggiori informazioni
-nbio usa socket non bloccanti
-ssl2/ssl3/tls1 imposta un solo protocollo
-no_tls1/-no_ssl3/-no_ssl2 disabilita qualche protocollo
-bugs Imposta l'uso di soluzioni ai bug comuni
-cipher specifica le chiper suite

Una piattaforma di sviluppo

- Server web:
  - apache
- Implementazione di SSL
  - openssl
- Integrazione server web + ssl
  - modssl

Apache

- è un web server potente e flessibile
- implementa il protocollo HTTP/1.1
- è configurabile ed estendibile con moduli esterni
- i sorgenti sono utilizzabili liberamente
- è disponibile per Windows NT/9x, Netware 5.x, OS/2, e molte versioni di Unix
- è sottoposto a continua manutenzione
- è usato dal 56% dei web server su Internet
- è ampiamente documentato: httpd.apache.org

ModSSL

Sviluppato da Ralf Engelschall che lo definisce così:

"mod_ssl combines the flexibility of Apache with the security of OpenSSL"

è ampiamente documentato:
www.modssl.org

Autenticazione con ModSSL

FakeBasicAuth

- Consente di concedere l'accesso in base al distinguished name (DN) dell'utente
- Il DN viene usato come nome utente e la password è fissa
- Non si possono effettuare operazioni con la CA
- Non è possibile raggruppare utenti che hanno qualcosa in comune

Autenticazione con ModSSL

SSLRequire

- Viene utilizzata un'espressione regolare
- E' possibile utilizzare le variabili di environment che usano i CGI
- Incorpora i vantaggi dell'autenticazione host based
- Può forzare una rinegoziazione per i seguenti motivi
  - Cipher insufficiente
  - Richiesta del certificato client
  - Richiesta di un diverso certificato client

SSLRequire

In questo esempio si richiede l'accesso per un certificato con

dei vincoli sulla data di rilascio e sul DN

```
SSLRequire (
  %{ SSL_ CLIENT_ S_ DN_ O} eq “Snake Oil, Ltd.” \
  and %{ SSL_ CLIENT_ S_ DN_ OU} in { “staff”, “CA”, “Dev”} \
  and %{ SSL_ CLIENT_ V_ START} >= 20000504 \
)
```

Autenticazione con CGI

- ModSSL esporta nelle variabili di environment dei CGI diverse informazioni
- E’ possibile da un CGI accedere ai campi del certificato client
- E’ possibile da un CGI accedere e informazioni sulla cipher suite

ModSSL: direttive di configurazione

- SSLPassPhraseDialog
  - Specifica la chiave con cui è cifrata la chiave privata del server
- SSLRandomSeed
  - Consente di impostare una base per la generazione di valori random
- SSLSessionCache
  - Consente di specificare l'uso di una cache
- SSLEngine
  - Imposta l'uso di SSL

ModSSL: Direttive di configurazione

- SSLProtocol
  - Indica la versione del protocollo da utilizzare
- SSLCipherSuite
  - Indica le ciphersuite desiderate
- SSLCertificateFile
  - Indica il file col certificato del server
- SSLCertificateKeyFile
  - Indica il file con la chiave privata
- SSLCACertificateFile
  - Indica il file con il certificato della CA

ModSSL: direttive di configurazione

- SSLVerifyClient
  - Imposta la richiesta del certificato del client
- SSLLog
  - Indica il file di log
- SSLOptions
  - Configura alcune opzioni tra cui la possibilità di esportare informazioni ai CGI in variabili di environment
- SSLRequireSSL
  - Nega l'accesso quando non è in uso SSL

Alias per le CipherSuite

Key Exchange Algorithm:

kRSA RSA key exchange
kDHr Diffie-Hellman key exchange with RSA key
kDHd Diffie-Hellman key exchange with DSA key
kEDH Ephemeral (temp.key) Diffie-Hellman key exchange

Authentication Algorithm:

aNULL No authentication
aRSA RSA authentication
aDSS DSS authentication
aDH Diffie-Hellman authentication

Alias per le CipherSuite

Cipher Encoding Algorithm:

eNULL	No encoding
DES	DES encoding
3DES	Triple-DES encoding
RC4	RC4 encoding
RC2	RC2 encoding
IDEA	IDEA encoding

Alias per le CipherSuite

MAC Digest Algorithm:

MD5	MD5 hash function
SHA1	SHA-1 hash function
SHA	SHA hash function

Alias per le CipherSuite

Alias:

SSLv2	SSL version 2.0 ciphers
SSLv3	SSL version 3.0 ciphers
TLSv1	TLS version 1.0 ciphers
EXP	export ciphers
EXPORT40	40-bit export ciphers only
EXPORT56	56-bit export ciphers only
LOW	low strength ciphers (no export, single DES)
MEDIUM	ciphers with 128 bit encryption
HIGH	ciphers using Triple-DES
RSA	ciphers using RSA key exchange
DH	ciphers using Diffie-Hellman key exchange
EDH	ciphers using Ephemeral Diffie-Hellman key exchange
ADH	ciphers using Anonymous Diffie-Hellman key exchange
DSS	ciphers using DSS authentication
NULL	ciphers using no encryption

Configurazione del web server

(Da inserire in httpd.conf)

```
Port 80
Listen 80
Listen 443
LoadModule ssl_module modules/mod_ssl.so
AddModule mod_ssl.c
<virtualhost 127.0.0.1:443>
   DocumentRoot C:/…
   SSLEngine on
   SSLCertificateFile servercert.pem
```

Configurazione del web server

```
  SSLCertificateKeyFile serverkey.pem
  SSLCACertificateFile CAacerts.pem
  SSLCipherSuite RSA
  SSLLog      logs/ssl_engine_log
  <Location /cgi-bin/>
   SSLVerifyClient require
   SSLOptions +StdEnvVars
   SSLOptions +ExportCertData
  </Location>
</VirtualHost>
```

Domande?