HyperText Transfer Protocol

• HTTP é un protocollo **client-server**, **generico** e **stateless** utilizzato non solo per lo scambio di documenti Web ma in molte applicazioni distribuite

- **Client-server**: il *client* attiva la connessione e richiede dei servizi. Il server accetta la connessione, nel caso identifica il richiedente, e risponde alla richiesta. Alla fine chiude la connessione.
- **Generico**: HTTP è indipendente dal formato dati con cui vengono trasmesse le risorse. Può funzionare per documenti HTML come per binari, eseguibili, oggetti distribuiti o altre strutture dati più o meno complicate.
- **Stateless**: Il server non è tenuto a mantenere informazioni che persistano tra una connessione e la successiva sulla natura, identità e precedenti richieste di un client. Il client è tenuto a ricreare da zero il contesto necessario al server per rispondere.

Concetto chiave: risorse HTTP

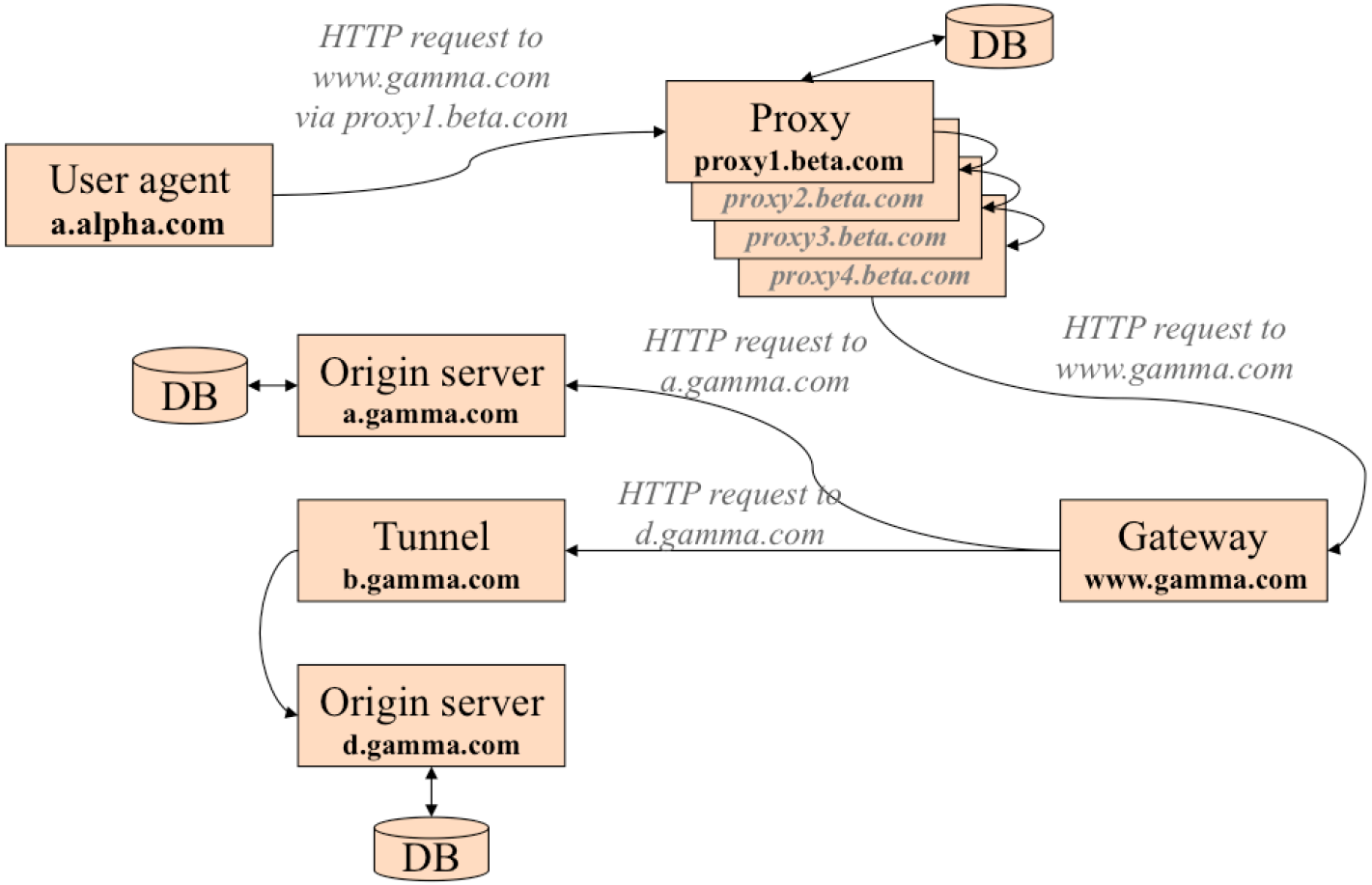
• HTTP permette lo scambio di **risorse** identificate da URI

• Separa nettamente le risorse dalla loro **rappresentazione** e fornisce meccanismi di **negoziazione del formato di dati**, cioè la possibilità di richiedere e ricevere (la rappresentazione di) una stessa risorsa in formati diversi;

• HTTP implementa inoltre sofisticate **politiche di caching** che permettono di memorizzare **copie delle risorse sui server (proxy, gateway, etc.)** coinvolti nella trasmissione e controllare in modo accurata la validità di queste copie

• Un uso corretto di questi meccanismi migliora notevolmente le performance delle applicazioni

Ruoli delle applicazioni HTTP (1)



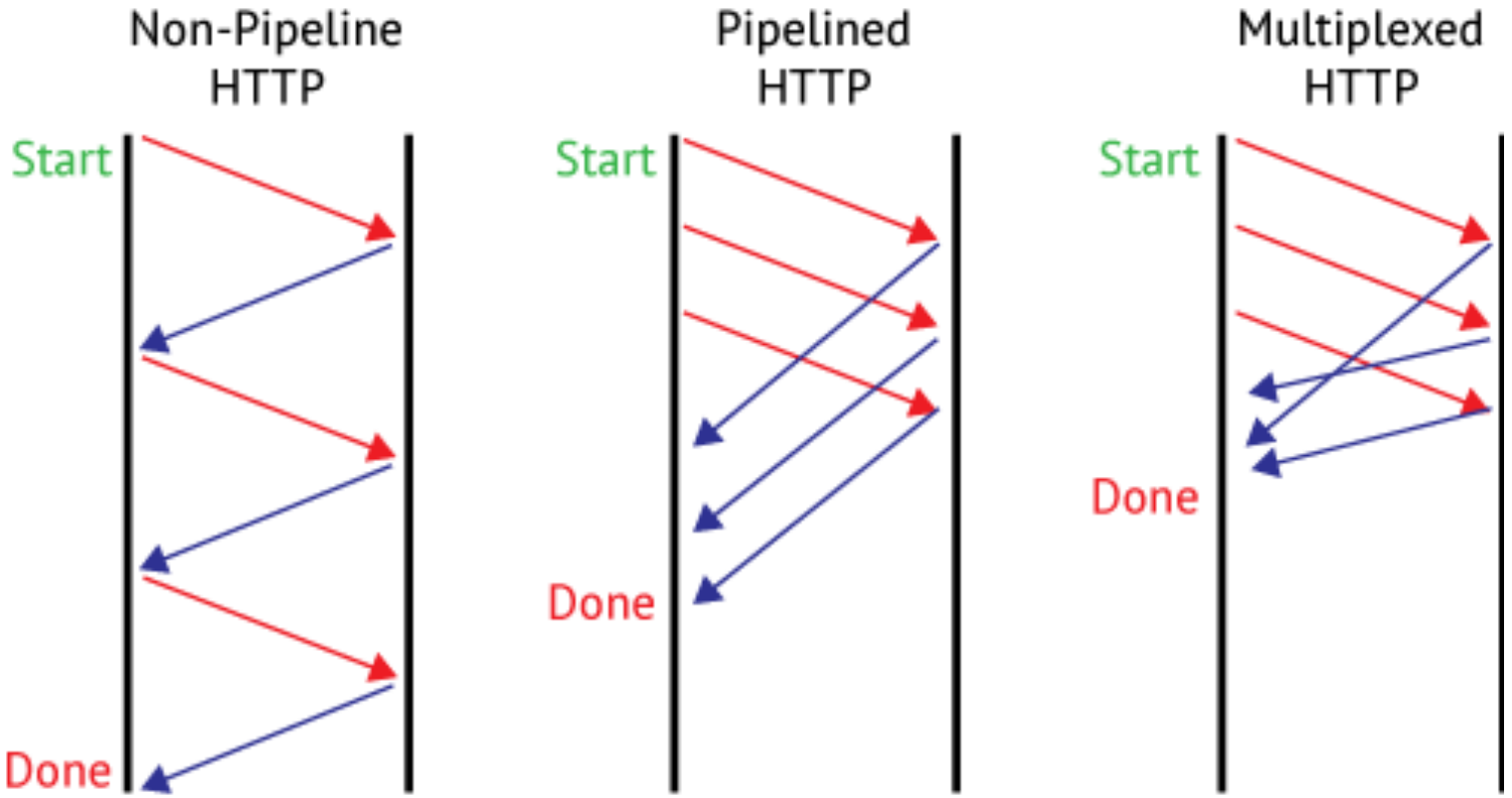
Ruoli delle applicazioni HTTP (2)

- **Client**: un'applicazione che stabilisce una connessione HTTP, con lo scopo di mandare richieste.
- **Server**: un'applicazione che accetta connessioni HTTP, e genera risposte.
- **User agent**: Quel particolare client che inizia una richiesta HTTP (tipicamente un browser, ma può anche essere un bot).
- **Origin server**: il server che possiede fisicamente la risorsa richiesta (è l'ultimo della catena)

Connessione HTTP

- Una connessione HTTP è composta da una serie di richieste ed una serie corrispondente di risposte
- Le connessioni sono **persistenti** con:
  - **Pipelining**: trasmissione di più richieste senza attendere l'arrivo della risposta alle richieste precedenti. MA le risposte sono restituite nello stesso ordine delle richieste
  - **Multiplexing**: nellastessa connessione è possibile avere richieste e risposte multiple, restituite anche in ordine diverso rispetto alle richieste e "ricostruite" nel client

Connessioni HTTP

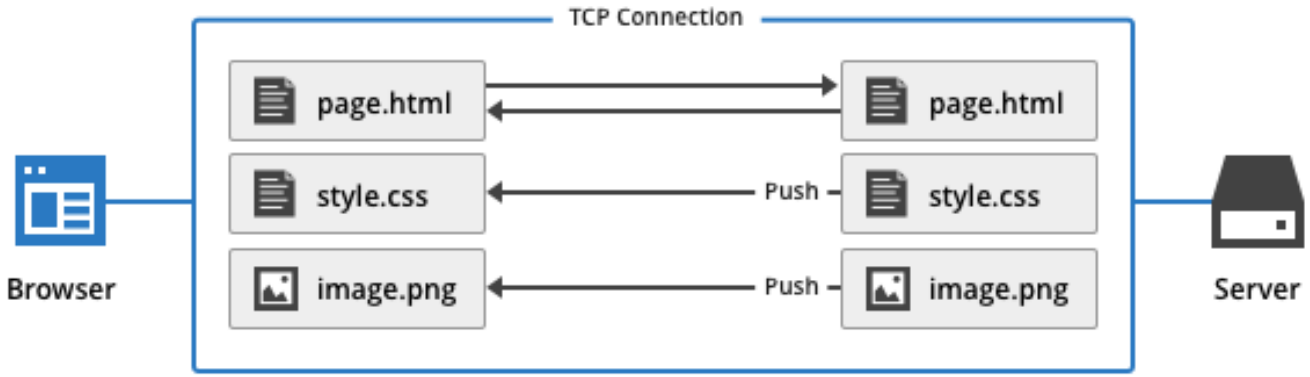


HTTP/2

- Il multiplexing è stato introdotto in HTTP/2
- Inizialmente chiamato HTTP 2.0 è la seconda major revision di HTTP
- Basato su SPDY, protocollo proposto da Google per ridurre i tempi di latenza di HTTP: generalizzato e migliorato sulla base del feedback di altri players
- Standardizzato da IETF nel RFC 7540 a Maggio 2015 (HTTP1.1 è del 1997!)
- Non è una riscrittura del protocollo, i concetti principali e la compatibilità con HTTP 1.x restano: metodi, status code, headers, etc.

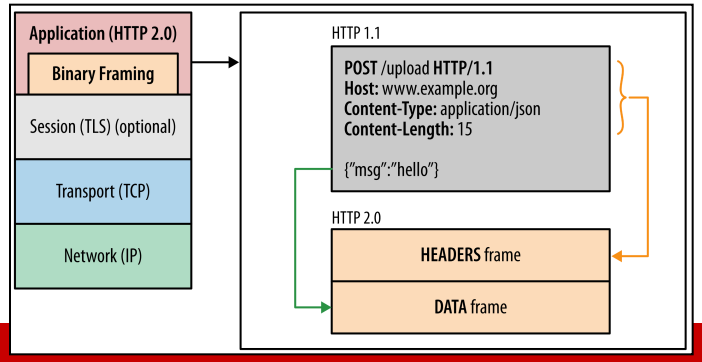
HTTP/2 e operazioni Push

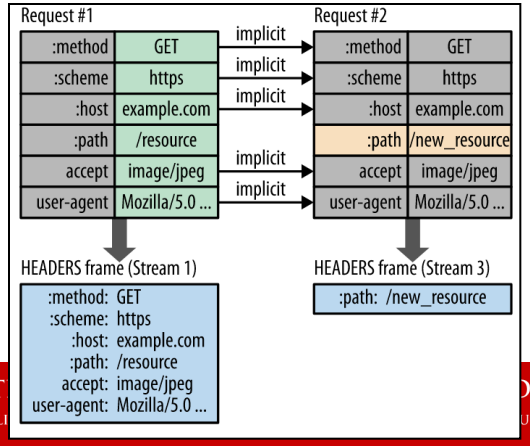
- Oltre al multiplexing, HTTP/2 ha introdotto importanti novità mirate a migliorare le performance
- Tra queste il supporto per operazioni di ***Push*** da parte del server, che può spedire più dati al client di quelli richiesti anticipando richieste successive nella stessa connessione



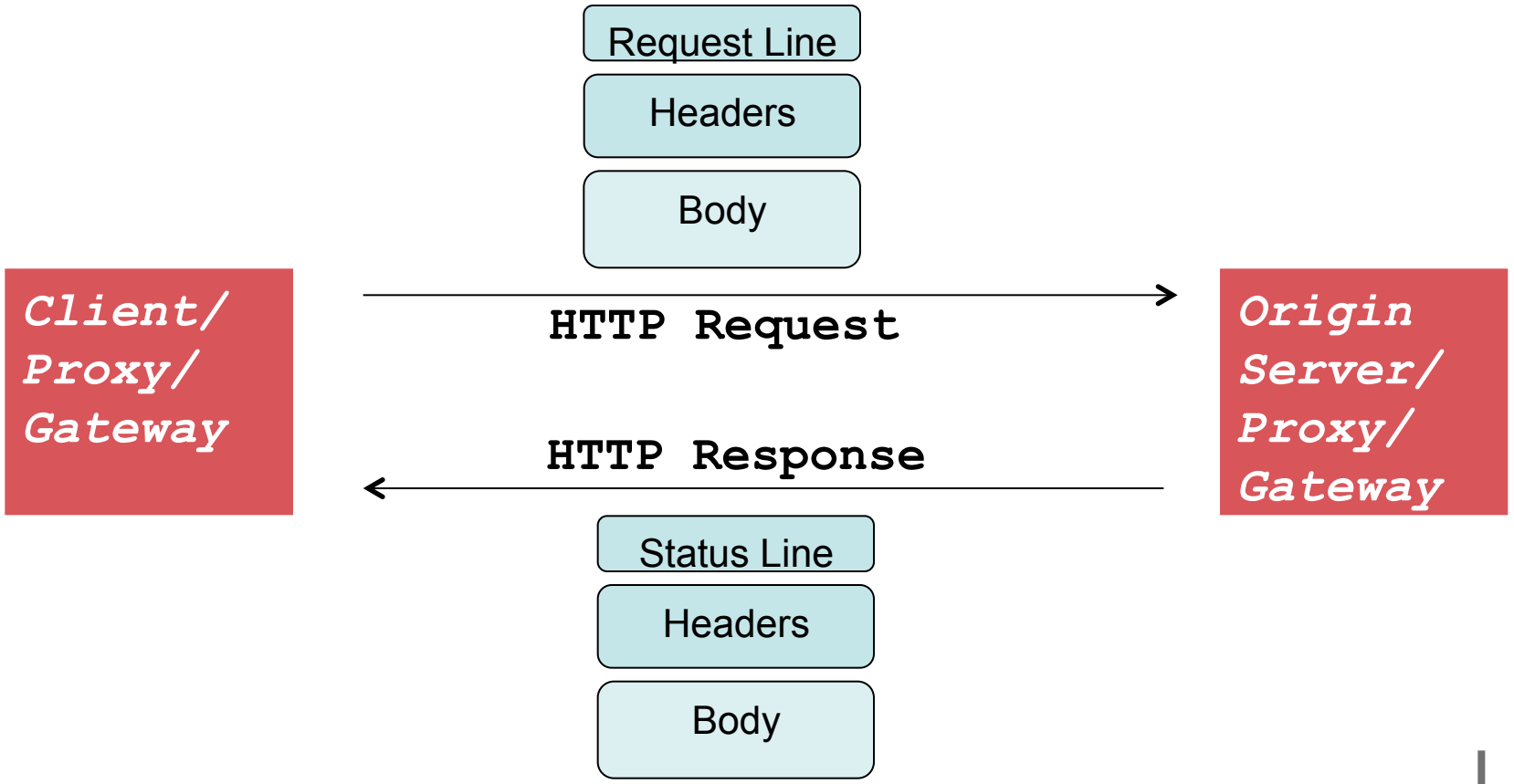
HTTP/2 e binary framing

- HTTP/2 ha gli stessi ruoli, verbi e headers di HTTP/1.1
- Tuttavia è un protocollo binario in cui i messaggi non sono più plaintext, ma codificati in maniera **compressa** e separando il blocco degli header dal payload.
- Ogni flusso di dati (*stream*) è suddiviso in frame separati e identificati che viaggiano anche sovrapposti (multiplexing).
- Inoltre solo gli header diversi da quelli delle richieste precedenti vengono inseriti nel frame e spediti





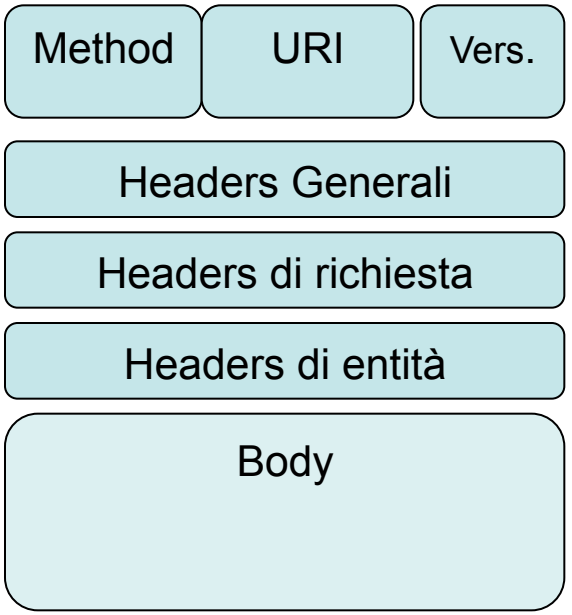
Richieste e risposte HTTP



La richiesta HTTP

La richiesta HTTP si compone di:

- **Method**: azione del server richiesta dal client
- **URI**: identificativo della risorsa locale al server
- **Version**: numero di versione di HTTP
- **Header** sono linee RFC822 divise in:
  - header generali
  - header di entità
  - header di richiesta
- **Body** è un messaggio MIME



Un esempio di richiesta

```
GET /beta.html HTTP/1.1
Referer: http://www.alpha.com/alpha.html
Connection: Keep-Alive
User-Agent: Mozilla/4.61 (Macintosh; I; PPC)
Host: www.alpha.com:80
Accept: image/gif, image/jpeg, image/png, */*
Accept-Encoding: gzip
Accept-Language: en
Accept-Charset: iso-8859-1,*,utf-8
```

I metodi di HTTP

• I metodi indicano l'azione che il client richiede al server sulla risorsa, o meglio sulla rappresentazione della risorsa o, ancora meglio, sulla copia della rappresentazione della risorsa

• Chiamati anche **verbi HTTP** per evidenziare l'idea che esprimono azioni da eseguire sulle risorse, identificate a loro volta da nomi (URI)

• Un uso corretto dei metodi HTTP aiuta a creare applicazioni interoperabili e in grado di sfruttare al meglio i meccanismi di caching di HTTP

• I metodi principali: GET, HEAD, POST, PUT, DELETE, OPTIONS, PATCH

• Guardiamo esempi dei più usati, GET e POST, e poi torneremo sui metodi visto la loro importanza per REST

Esempi di GET e POST

• GET è il metodo più frequente, ed è quello che viene attivato facendo click su un link ipertestuale di un documento HTML, o specificando un URL nell'apposito campo di un browser.

```
GET /courses/tw.html
GET /students/123456/exams/
```

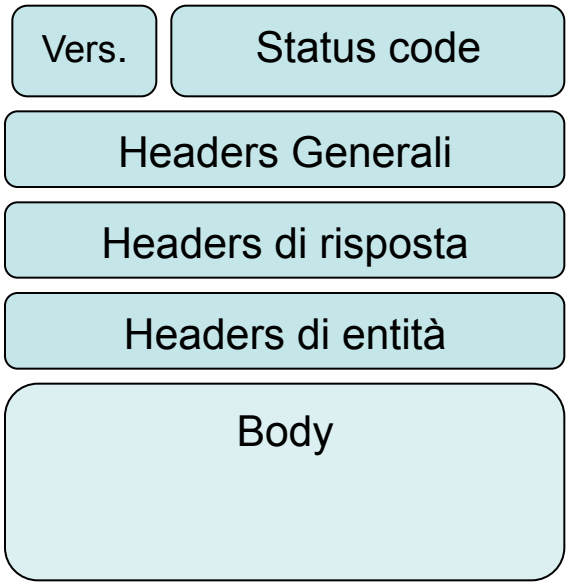
• Il metodo POST serve per trasmettere informazioni dal client al server relative alla risorsa identificata nell'URI

```
POST /courses/1678
{
   "titolo":"Tecnologie Web",
   "descrizione":"Il corso..bla..bla.."
}
```

La risposta HTTP

La risposta HTTP si compone di:

- **Status code**: indica se la richiesta è andata a buon fine o meno
- **Version**: numero di versione di HTTP
- **Header**: come per la richiesta:
  - header generali
  - header di entità
  - header di risposta
- **Body** è un messaggio MIME



Esempio di risposta

```
GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.cs.unibo.it:80
```

```
HTTP/1.1 200 OK

Date: Fri, 26 Nov 2007 11:46:53 GMT
Server: Apache/1.3.3 (Unix)
Last-Modified: Mon, 12 Jul 2007 12:55:37 GMT
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 3357
Content-Type: text/html

<HTML> …. </HTML>
```

Status code

- Lo status code è un numero di tre cifre, di cui la prima indica la classe della risposta, e le altre due la risposta specifica.
- Esistono le seguenti classi:
  - **1xx: Informational.** Una risposta temporanea alla richiesta, durante il suo svolgimento.
  - **2xx: Successful.** Il server ha ricevuto, capito e accettato la richiesta.
  - **3xx: Redirection.** La richiesta è corretta, ma sono necessarie altre azioni da parte del client per portare a termine la richiesta.
  - **4xx: Client error.** La richiesta del client non può essere soddisfatta per un errore da parte del client (errore sintattico o richiesta non autorizzata).
  - **5xx: Server error.** La richiesta può anche essere corretta, ma il server non riesce a soddisfarla per un problema interno

Esempi di status code

100 **Continue** (se il client non ha ancora mandato il body)

200 **Ok** (GET con successo)

201 **Created** (PUT con successo)

301 **Moved permanently** (URL non valida, il server conosce la nuova posizione)

400 **Bad request** (errore sintattico nella richiesta)

401 **Unauthorized** (manca l'autorizzazione)

403 **Forbidden** (richiesta non autorizzabile)

404 **Not found** (URL errato)

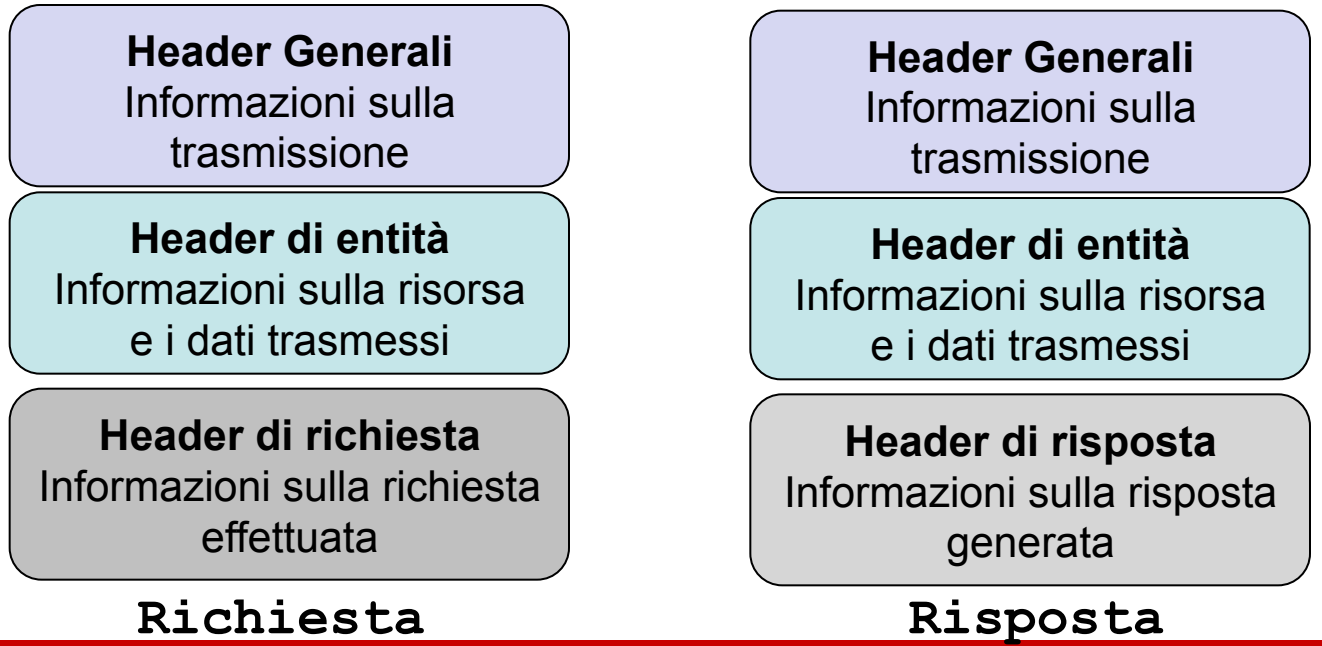
500 **Internal server error** (tipicamente un errore nel codice server-side)

Utilità dello status code HTTP

- L'uso corretto degli status code aiuta a costruire API chiare e più semplici da usare
- Il client non ha necessità di leggere il body della risposta ma già dallo status code può capire se la richiesta è andata a buon fine
  - Può trovare dettagli nel body ma la dipendenza con il server è ridotta
- Permette a tutte le entità coinvolte nella comunicazione di capire meglio cosa succede, e sfruttare i meccanismi di caching e redirezione di HTTP
- Migliora uniformità e interoperabilità

Gli header

- Gli header sono righe di testo (RFC822) che specificano informazioni aggiuntive
- Sono presenti sia nelle richieste che nelle risposte e ne descrivono diversi aspetti



Header generali

•Gli header generali si applicano solo al messaggio trasmesso e si applicano sia ad una richiesta che ad una risposta, ma non necessariamente alla risorsa trasmessa.

- Alcuni esempi:
  - **Date**: data ed ora della trasmissione
  - **Transfer-Encoding**: il tipo di formato di codifica usato per la trasmissione
  - **Cache-Control**: il tipo di meccanismo di caching richiesto o suggerito per la risorsa
  - **Connection**: il tipo di connessione da usare (tenere attiva, chiudere dopo la risposta, ecc.)

Header dell'entità

- Gli header dell'entità danno informazioni sul body del messaggio, o, se non vi è body, sulla risorsa specificata.
- Alcuni esempi:
  - **Content-Type**: il tipo MIME dell'entità nel body. Questo header è obbligatorio in ogni messaggio che abbia un body.
  - **Content-Length**: la lunghezza in byte del body. Obbligatorio, soprattutto se la connessione è persistente.
  - **Content-Encoding, Content-Language, Content-Location, Content-MD5, Content-Range**: la codifica, il linguaggio, l'URL della risorsa specifica, il valore di digest MD5 e il range richiesto della risorsa.

Header della richiesta

- Gli header della richiesta sono posti dal client per specificare informazioni sulla richiesta e su se stesso al server.
- Esempi
  - **User-Agent**:
    - una stringa che descrive il client che origina la richiesta; tipo, versione e sistema operativo del client, tipicamente.
  - **Referer**:
    - l'URL della pagina mostrata all'utente mentre richiede il nuovo URL.
  - **Host**:
    - il nome di dominio e la porta a cui viene fatta la connessione.
- Altri header della richiesta sono usati per gestire la cache e i meccanismi di autenticazione

Header della risposta

- Gli header della richiesta sono posti dal client per specificare informazioni sulla risposta e su se stesso al client
- Alcuni esempi :
  - **Server**:
    - una stringa che descrive il server: tipo, sistema operativo e versione.
  - **WWW-Authenticate**:
    - challenge utilizzata per i meccanismi di autenticazione

Importanza del content-type

- Tra gli header della risposta sono particolarmente utili quelli che definiscono il tipo di dato contenuto nella risposta
- Queste informazioni permettono al client di processare correttamente la (rappresentazione di una) risorsa
- Se viene fornita un'entità in risposta, infatti, gli header `Content-type` e `Content-length` sono obbligatori
  - E' solo grazie al **content type** che lo user agent sa come visualizzare l'oggetto ricevuto
  - E' solo grazie al **content length** che lo user agent sa che ha ricevuto tutto l'oggetto richiesto.

Metodi HTTP

I metodi di HTTP

• I metodi indicano l'azione che il client richiede al server sulla risorsa, o meglio sulla rappresentazione della risorsa o, ancora meglio, sulla copia della rappresentazione della risorsa

• Chiamati anche **verbi HTTP** per evidenziare l'idea che esprimono azioni da eseguire sulle risorse, identificate a loro volta da nomi (URI)

• Un uso corretto dei metodi HTTP aiuta a creare applicazioni interoperabili e in grado di sfruttare al meglio i meccanismi di caching di HTTP

• I metodi principali: GET, HEAD, POST, PUT, DELETE, OPTIONS, PATCH

• Guardiamo esempi dei più usati, GET e POST, e poi torneremo sui metodi a fine lezione visto la loro importanza per REST

Due proprietà importanti

- **Sicurezza**
  - Niente a che vedere con password, hacking e privacy.
  - Un metodo è sicuro se non genera cambiamenti allo stato interno del server (a parte ovviamente nei log).
  - Un metodo sicuro può essere eseguito da un nodo intermedio (es. una cache) senza effetti negativi.
- **Idempotenza**:
  - Un metodo è idempotente se l'effetto sul server di più richieste identiche è lo stesso di quello di una sola richiesta (a parte ovviamente i log).
  - Un metodo idempotente può essere ri-eseguito da più agenti o in più tempi diversi senza effetti negativi.

Il metodo GET

- Il più importante (ed unico in v. 0.9) metodo di HTTP è GET, che richiede una risorsa ad un server.
- Questo è il metodo più frequente, ed è quello che viene attivato facendo click su un link ipertestuale di un documento HTML, o specificando un URL nell'apposito campo di un browser.
- *GET è sicuro ed idempotente*

```
GET /courses/tw.html
GET /students/123456
GET /students/123456/exams/
```

Il metodo HEAD

- Il metodo HEAD è simile al metodo GET, ma il server deve rispondere soltanto con gli header relativi, senza il corpo.
- Viene usato per verificare validità, accessibilità e coerenza in cache di un URI
- *HEAD è sicuro e idempotente*

```
HEAD /courses/tw.html
```

Il metodo POST

- Il metodo POST serve per trasmettere informazioni dal client al server relative alla risorsa identificata nell'URI
- Può essere usato anche per creare nuove risorse
- Viene usato per esempio per spedire i dati di un form HTML ad un'applicazione server-side
- *POST non è sicuro né idempotente*

```
POST /courses/1678
{
   "titolo":"Tecnologie Web",
   "descrizione":"Il corso..bla..bla.."
}
```

Il metodo PUT

- Il metodo PUT serve per trasmettere delle informazioni dal client al server, creando o sostituendo la risorsa specificata.
- In generale, l'argomento del metodo PUT è la risorsa che ci si aspetta di ottenere facendo un GET in seguito con lo stesso nome
- Non offre garanzie di controllo degli accessi o locking
- *PUT è idempotente ma non sicuro*

```
PUT /courses/1678
{
    "id":1678,
    "titolo":"Tecnologie Web",
}
```

Il metodo DELETE

- Il metodo DELETE serve per rimuovere le informazioni connesse con una risorsa.
- Dopo l'esecuzione di un DELETE, la risorsa non esiste più e ogni successiva richiesta di GET risulterà in un errore 404 Not Found
- Il metodo DELETE su una risorsa già non esistente è lecito e non genera un errore.
- *DELETE è idempotente e non sicuro.*

```
DELETE /courses/1678
```

Il metodo PATCH

- Il metodo PATCH è usato per aggiornare parzialmente la risorsa identificata dall'URI
- Usato per indicare quindi modifiche incrementali e non sovrascrivere risorse al server, come ad esempio nel caso di PUT. Indica quindi le modifiche da effettuare su una risorsa esistente
- *PATCH non è né sicuro né idempotente*

```
PATCH /courses/1678
{
   "op" : "update"
   "cfu":"6"
}
```

Il metodo OPTIONS

- OPTIONS viene usato per verificare opzioni, requisiti e servizi di un server, senza implicare che seguirà poi una altra richiesta.
- Usato per il problema del *cross-site scripting*: CORS, ci torneremo in un'altra lezione su HTTP e dopo aver parlato di AJAX

Riassumendo

HTTP Methods	IDEMPOTENT	SAFE METHOD
GET	YES	YES
HEAD	YES	YES
OPTION	YES	YES
DELETE	YES	NO
PUT	YES	NO
PATCH	NO	NO
POST	NO	NO

Conclusioni

- Oggi abbiamo visto le caratteristiche principali di HTTP
- Parleremo in seguito di altri aspetti:
  - Cookies
  - Cross-site Origin
  - Caching
  - Authentication