

Livello applicativo

Scritto da [Febogamedev](#)

Il **livello applicativo** gestisce le comunicazioni tra i programmi o le applicazioni sul computer degli utenti e la rete stessa.

Questo livello offre servizi di alto livello per le applicazioni, consentendo loro di comunicare, scambiare dati e interagire con altre applicazioni su reti diverse.

In questo livello i pacchetti vengono chiamati **messaggi**.

Alcuni dei protocolli e dei servizi comuni associati al livello applicativo includono:

- *HTTP* (Hypertext Transfer Protocol) per il World Wide Web (Fielding et al., 2022).
- *SMTP* (Simple Mail Transfer Protocol) per l'invio di email (Klensin, 2008).
- *FTP* (File Transfer Protocol) per il trasferimento di file (Postel & Reynolds, 1985).

Dominio

Un servizio molto importante del livello applicativo è il **"Domain Name System" (DNS)** che traduce i nomi di dominio negli indirizzi degli host collegati alla rete (Mockapetris, 1987).

Un **dominio** è un nome univoco e leggibile dagli esseri umani che viene utilizzato per identificare e accedere a risorse online, come siti web, server di posta elettronica, servizi online e altro ancora.

I domini sono letti da destra verso sinistra e sono stringhe separate da un punto.

I domini vengono utilizzati principalmente per semplificare l'accesso alle risorse su Internet perché, invece di dover ricordare una sequenza di numeri che identifica un server, gli utenti possono inserire un nome di dominio più significativo nel browser o nell'applicazione.

Il *DNS* traduce quindi il nome di dominio in un indirizzo numerico, consentendo al dispositivo di rete di trovare l'host corrispondente.

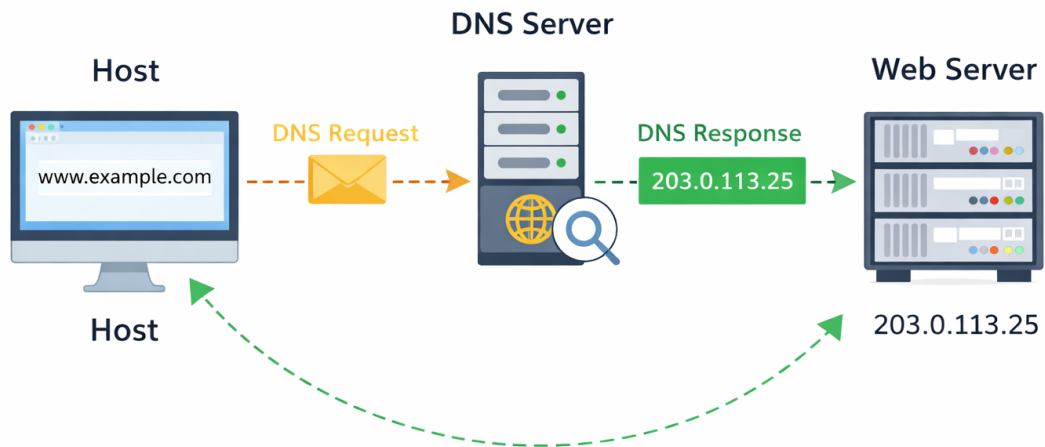
Il servizio *DNS* è realizzato tramite un database distribuito globalmente, costituito dai **server DNS** (Mockapetris, 1987).

Infatti, il *DNS* è simile alla rubrica del telefonino: quando viene memorizzato il numero di Mario Rossi, non occorre più digitare il suo numero di telefono, ma basterà cercare nella rubrica il nome Mario Rossi.

Allo stesso modo, il servizio *DNS* converte il nome di dominio (es. esempio.it) in un numero (es. 190.12.13.54), che corrisponde all'indirizzo reale (nei capitoli seguenti si scoprirà che l'indirizzo reale è l'indirizzo IP) di uno specifico host della rete.

Nel momento stesso in cui l'utente digita nel browser un indirizzo, il server *DNS* cercherà in un elenco in suo possesso il relativo indirizzo numerico.

Nel caso in cui l'indirizzo non fosse trovato, il server *DNS* inoltrerà la richiesta ad un server che, con più probabilità, possiede l'informazione cercata e così via, finché non viene trovata una risposta (o non si ha la certezza che quel nome non esista) (Mockapetris, 1987).



Un **nameserver** è un server DNS autorevole, cioè un server che possiede direttamente le informazioni ufficiali di uno o più domini (Hoffman & Fujiwara, 2024).

Esempio

Supponiamo che un utente voglia accedere all'indirizzo web "www.example.com". Il suo dispositivo invierà una richiesta *DNS* al server *DNS* per ottenere l'indirizzo reale associato a questo nome di dominio.

- Richiesta *DNS*: l'utente digita "www.example.com" per attivare la risoluzione di indirizzo.
- Invio della richiesta: il dispositivo invia la richiesta *DNS* al server *DNS* locale o a quello configurato dall'ISP.
- Server *DNS* ricevente: il server *DNS* ricevente riconosce la richiesta e cerca nel suo database l'indirizzo associato al nome di dominio "www.example.com".
- Risposta del server *DNS*: il server *DNS* risponde con l'indirizzo corrispondente al nome di dominio richiesto.
- Ricezione della risposta: il dispositivo riceve l'indirizzo numerico dall'interrogazione *DNS*.
- Connessione al server web: ora che il dispositivo ha l'indirizzo reale, può utilizzarlo per stabilire una connessione con il server web associato al nome di dominio "www.example.com".

Uno stesso nome di dominio può essere associato a più indirizzi. Questa possibilità può essere utilizzata per:

- Distribuire il traffico tra più server, evitando che tutte le richieste raggiungano una sola macchina.
- Aumentare la continuità del servizio, perché, se un indirizzo non è raggiungibile, il client può tentare di utilizzarne un altro.
- Indirizzare gli utenti verso infrastrutture considerate più vicine o più adatte.

Quando il client riceve più indirizzi, li ordina secondo determinati criteri e tenta di stabilire una connessione con uno di essi. Se un tentativo non riesce o richiede troppo tempo, può provarne un altro.

I client moderni possono avviare tentativi di connessione leggermente distanziati verso indirizzi diversi e utilizzare la connessione che viene stabilita per prima.

Questo meccanismo riduce i tempi di attesa quando un indirizzo o un protocollo di rete non è raggiungibile oppure risulta particolarmente lento (Schinazi & Pauly, 2017).

Gerarchia nel dominio

Un **nome di dominio completo** (*FQDN*) è un nome di dominio completamente specificato con tutte le etichette nella gerarchia del *DNS*, senza parti omesse (Hoffman & Fujiwara, 2024).



Quindi un *FQDN* è un nome assoluto che identifica esattamente una risorsa nel *DNS*, fino alla radice.

Un dominio è organizzato gerarchicamente in livelli, letti da destra verso sinistra e separati da un punto (Hoffman & Fujiwara, 2024). I tre livelli principali sono:

- Dominio di primo livello.
- Dominio di secondo livello.

- Sottodominio.

Nota:

Alcune volte si vede un punto finale (.) a destra, che rappresenta la radice *DNS*, ed è ciò che rende il nome completo e assoluto. Senza quel punto, il nome può essere interpretato come relativo in certi contesti (Hoffman & Fujiwara, 2024).

Dominio di primo livello

Nel dominio, la parte più importante è la prima a partire da destra.

Questa è detta dominio di primo livello (o *TLD*, Top Level Domain), per esempio “.org” o “.it”.

I *TLD* sono gestiti e assegnati dall'**ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), l'organizzazione responsabile della coordinazione dei sistemi di identificazione univoca su Internet (Internet Assigned Numbers Authority, n.d.).

Esistono due tipi principali di *TLD*:

- Generici.
- Nazionali.

***TLD* generico**

Questi sono *TLD* che sono generalmente associati a categorie ampie e non legate a specifiche località geografiche.

Alcuni esempi di *TLD* generici includono:

- “.com” (commercial): inizialmente pensato per scopi commerciali, è ora utilizzato ampiamente senza restrizioni specifiche.
- “.org” (organization): inizialmente indicava organizzazioni non a scopo di lucro, ma ora è utilizzato da un'ampia varietà di entità.
- “.net” (network): inizialmente pensato per reti di infrastruttura (entità fisiche e logiche che forniscono, gestiscono, mantengono e connettono l'architettura portante della rete stessa), ora è usato da molti tipi di entità.

***TLD* nazionale**

Questi sono *TLD* che sono associati a specifiche località geografiche o paesi. Ogni paese ha il proprio *TLD* che rappresenta l'identificazione geografica del dominio. Alcuni esempi di *TLD* nazionali includono:

- “.us” (Stati Uniti).
- “.uk” (Regno Unito).
- “.fr” (Francia).
- “.de” (Germania).
- “.jp” (Giappone).

Dominio di secondo livello

Un dominio di secondo livello, *SLD*, acronimo di Second-Level Domain, o semplicemente il nome di dominio, è la parte del nome di dominio che si trova subito a sinistra del dominio di primo livello, *TLD*, acronimo di Top-Level Domain (Hoffman & Fujiwara, 2024).

Il nome di dominio è il nome che si sceglie di assegnare al sito web, servizio o risorsa online, seguendo il formato "*SLD.TLD*".

Ad esempio, considera il dominio "example.com":

- "example" è il dominio di secondo livello (*SLD*).
- "com" è il dominio di primo livello (*TLD*).

Il dominio di secondo livello è ciò che rende il nome di dominio unico rispetto agli altri.

È la parte personalizzabile e identificativa dell'indirizzo web.

Può essere composto da una varietà di parole o termini che riflettono il marchio, l'attività commerciale, il contenuto del sito o qualsiasi altra cosa che l'host desidera comunicare.

Il dominio di secondo livello e il dominio di primo livello formano il **root domain** o **dominio principale**, cioè il nome del dominio completo senza sottodomini.

Sottodominio

Un sottodominio è la parte del nome di dominio che si trova a sinistra del dominio di secondo livello (Hoffman & Fujiwara, 2024).

I sottodomini servono principalmente a fornire ulteriore contesto, struttura e organizzazione all'architettura dei nomi di dominio.

Da notare che un sottodominio può essere composto da più livelli (quarto, quinto e così via).

Esempio

Nel dominio "materiali.studenti.accademia.it":

- "it" è il dominio di primo livello.
- "accademia" è il dominio di secondo livello.
- Nel nome materiali.studenti.accademia.it, sia materiali sia studenti sono livelli aggiuntivi a sinistra del dominio principale accademia.it. In questo caso possiamo parlare di sottodomini organizzati in più livelli. Specificatamente:
 - "studenti" è un dominio di terzo livello.
 - "materiali" è un dominio di quarto livello.

In molti casi, la parte più a sinistra del nome può indicare un host o un servizio specifico, come www, mail, files o db. Di seguito sono riportati alcuni esempi:

- Server Web: "www" è spesso utilizzato per identificare un server web che ospita una pagina web di un dominio.
- Server di Posta Elettronica: "mail" potrebbe essere utilizzato per identificare un server di posta elettronica.
- Server di File: "files" potrebbe essere utilizzato per identificare un server di file o di archiviazione.
- Server Applicativo: "app" potrebbe essere utilizzato per identificare un server che ospita un'applicazione specifica.
- Server di Database: "db" potrebbe essere utilizzato per identificare un server di database.
- Server di Gioco: "game" potrebbe essere utilizzato per identificare un server di gioco online.

Esempio

Il dominio email.example.com specifica che l'host a cui ci stiamo collegando si occupa del servizio email.

www.example.com specifica che l'host a cui ci stiamo collegando si occupa dell'esposizione di una pagina web.

Registrar

Un **registrar** di domini è un'organizzazione o un'azienda autorizzata a facilitare la registrazione di nomi di dominio Internet (ICANN, 2023).

Esso è un intermediario tra gli utenti finali e le autorità di registrazione dei domini.

Il registrar offre servizi di registrazione, gestione e rinnovo dei domini, consentendo agli utenti di avere un'identità online attraverso i nomi di dominio.

Infatti, per registrare un dominio di secondo livello è necessario richiedere il servizio al registrar.

Ecco alcuni aspetti chiave relativi ai registrar di domini:

- **Autorizzazione:** i registrar di domini devono essere accreditati dalle autorità di registrazione dei domini di primo livello o dai registri nazionali. Questa autorizzazione garantisce che il registrar rispetti determinati standard e regolamenti.
- **Scelta dei domini:** i registrar offrono agli utenti la possibilità di cercare e scegliere nomi di dominio disponibili, sia per i domini di secondo livello che per i domini di primo livello.
- **Registrazione:** i registrar permettono agli utenti di registrare nomi di dominio, fornendo le informazioni necessarie e gestendo il processo di registrazione attraverso le autorità di registrazione del dominio di primo livello.

È importante chiarire che i nomi di dominio non vengono venduti, ma concessi in uso temporaneo.

Quando un utente "acquista" un dominio, in realtà stipula un contratto di affitto: ottiene il diritto esclusivo di utilizzo di quel nome per un periodo limitato di tempo (di solito uno o più anni).

Alla scadenza, il dominio deve essere rinnovato; in caso contrario, il diritto d'uso decade e il nome torna disponibile per altri utenti. Il registrar quindi non vende una proprietà, ma amministra una concessione temporanea, mentre la titolarità ultima del dominio rimane all'interno del sistema di governance globale del *DNS* (ICANN, 2023).

Registry

Dopo aver chiarito il ruolo del registrar, è necessario introdurre l'altro attore fondamentale del sistema dei nomi di dominio: il **registry** (o registro).

Un registry è l'organizzazione che gestisce ufficialmente un dominio di primo livello (*TLD*, Top-Level Domain), come .it, .com, .org, .net, .edu, ecc (ICANN, n.d.).

Se il registrar è l'intermediario che dialoga con l'utente finale, il registry è l'autorità tecnica e amministrativa che mantiene e governa l'estensione di dominio.

In termini semplici:

- Il registrar fornisce il servizio all'utente.
- Il registry gestisce l'infrastruttura e le regole del dominio.

Il registry ha tre responsabilità centrali.

La prima responsabilità è mantenere il database di tutti i nomi di dominio registrati sotto un determinato TLD.

Questo database contiene informazioni fondamentali come:

- Quali domini sono registrati.
- Il loro stato (attivo, scaduto, bloccato, ecc.).
- I nameserver associati a ciascun dominio.

La seconda responsabilità è gestire i nameserver del TLD.

Quando un servizio DNS deve risolvere un nome come `www.example.it`, dopo aver interrogato i server radice (root server), viene indirizzato ai server del TLD, in questo caso ".it".

Questi server sono gestiti dal registry e rispondono indicando quali sono i nameserver autorevoli del dominio richiesto (ICANN, n.d.).

La terza responsabilità è definire e applicare le regole del dominio.

Ogni TLD ha un proprio insieme di politiche: chi può registrarlo, per quanto tempo, con quali vincoli, quali procedure di rinnovo, trasferimento o revoca esistono.

Ad esempio:

- Alcuni TLD richiedono requisiti specifici (residenza, tipo di organizzazione).
- Altri sono aperti a chiunque.
- I tempi di scadenza e recupero possono variare.

Il registry non vende direttamente domini agli utenti finali.

Opera invece attraverso una rete di registrar accreditati, che sono autorizzati a interagire con il suo database tramite protocolli standardizzati.

Quando un utente registra, rinnova o trasferisce un dominio:

- L'utente comunica con il registrar.
- Il registrar invia le operazioni al registry.
- Il registry aggiorna il database ufficiale del TLD.

In questo modello, il registry garantisce coerenza, unicità e affidabilità globale, mentre il registrar fornisce l'interfaccia commerciale e operativa verso l'utente (ICANN, n.d.).

Materiale di supporto

Elementi chiave

- Il **livello applicativo** permette alle applicazioni di comunicare attraverso la rete.
- A questo livello i dati sono chiamati **messaggi**.
- Alcuni protocolli applicativi sono **HTTP**, **SMTP** e **FTP**.
- Il **DNS** traduce i nomi di dominio negli indirizzi numerici degli host.
- Il **DNS** è un sistema distribuito formato da **server DNS**.
- I **nameserver autorevoli** possiedono le informazioni ufficiali dei domini.
- Un **dominio** è organizzato gerarchicamente e viene letto da destra verso sinistra.
- Un nome completo, detto **Fully Qualified Domain Name (FQDN)**, identifica precisamente una risorsa nel **DNS**.
- Il **TLD** è il dominio di primo livello, come “.it” o “.com”.
- Il **dominio di secondo livello** è la parte personalizzabile.
- I **sottodomini** organizzano servizi o sezioni, come “mail.example.com”.
- Uno stesso dominio può essere associato a più indirizzi per distribuire il traffico e aumentare l'affidabilità.
- Il **registrar** registra e gestisce i domini per conto degli utenti.
- Il **registry** gestisce ufficialmente un **TLD**, il suo database, i nameserver e le regole di registrazione.

Esercizi

Dal nome del sito al server

Un utente digita nel browser:

www.example.com

Il browser deve raggiungere il server corretto, ma il computer non conosce ancora il suo indirizzo numerico.

Rispondi alle seguenti domande:

- Spiega perché il nome di dominio, da solo, non è sufficiente per raggiungere direttamente l'host.
- Indica quale servizio del livello applicativo viene utilizzato per risolvere il problema.
- Ricostruisci il processo richiesta DNS → ricerca → risposta DNS → connessione al server web.
- Spiega quale funzione svolge il server DNS locale o configurato dall'ISP.
- Spiega cosa può accadere se il server DNS interrogato non possiede direttamente l'informazione richiesta.
- Spiega quale ruolo svolge un nameserver autorevole.
- Immagina che il nome www.example.com sia associato a tre indirizzi differenti. Spiega perché questa configurazione può migliorare la distribuzione del traffico e la continuità del servizio.
- Se il primo indirizzo restituito dal DNS non è raggiungibile, spiega quale comportamento può adottare il client.

Leggere correttamente un dominio

Considera il seguente nome:

materiali.studenti.accademia.it

Analizzalo utilizzando la gerarchia DNS descritta nella dispensa.

- Individua il dominio di primo livello.
- Individua il dominio di secondo livello.
- Individua il dominio principale, o root domain.
- Individua i livelli che costituiscono i sottodomini.
- Spiega perché studenti e materiali non svolgono lo stesso ruolo di accademia e it.
- Indica quale dei due sottodomini si trova più in profondità nella gerarchia.
- Spiega perché i domini devono essere letti gerarchicamente da destra verso sinistra.
- Immagina di voler creare servizi separati per sito web, posta elettronica, database e file. Proponi quattro nomi coerenti utilizzando prefissi come www, mail, db e files.
- Spiega in che modo la parte più a sinistra può essere utilizzata per identificare un particolare host o servizio.

Registrare un nuovo dominio

Una nuova associazione vuole utilizzare il dominio:

progettofuturo.org

Il responsabile dell'associazione pensa che basti "comprare il dominio da Internet" e che, una volta pagato, il nome diventi proprietà definitiva dell'associazione.

Analizza la situazione.

- Individua quale parte del nome è il TLD e quale è il dominio di secondo livello.
- Spiega se .org è un TLD generico o nazionale.
- Indica a quale soggetto deve rivolgersi normalmente l'associazione per registrare il dominio.
- Spiega quale funzione svolge il registrar.
- Spiega perché parlare di "acquisto definitivo" del dominio è impreciso secondo la dispensa.
- Descrivi cosa può accadere se il dominio non viene rinnovato alla scadenza.
- Spiega quale funzione svolge invece il registry del TLD .org.
- Ricostruisci il percorso della registrazione: utente → registrar → registry → aggiornamento del database del TLD.
- Spiega perché registrar e registry non sono la stessa cosa, anche se collaborano nella gestione dei domini.

Progettare i nomi di un servizio online

Un'azienda possiede il dominio:

creativecloud.it

Vuole organizzare diversi servizi:

- Il sito pubblico.
- Il servizio di posta elettronica.
- Un archivio di file.

- Un'applicazione web.
- Un database interno.

Progetta una possibile struttura dei nomi.

- Proponi un nome di dominio completo per ciascun servizio.
- Per ogni nome indica TLD, dominio di secondo livello e sottodominio.
- Spiega perché utilizzare sottodomini differenti può aiutare a organizzare i servizi.
- Spiega in che senso nomi come mail.creativecloud.it o files.creativecloud.it possono comunicare all'utente la funzione del servizio.
- Immagina che www.creativecloud.it sia associato a più indirizzi numerici. Spiega quali vantaggi potrebbe ottenere l'azienda.
- Spiega cosa dovrebbe fare il DNS quando un utente tenta di raggiungere app.creativecloud.it.
- Individua quale protocollo applicativo potrebbe essere associato al sito web, quale alla posta elettronica e quale al trasferimento di file, usando esclusivamente i protocolli citati nella dispensa.
- Spiega infine perché DNS, HTTP, SMTP e FTP appartengono tutti al livello applicativo, pur svolgendo funzioni differenti.

Bibliografia

- Fielding, R., Nottingham, M., & Reschke, J. (2022). *HTTP semantics* (RFC 9110). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC9110>
- Hoffman, P., & Fujiwara, K. (2024). *DNS terminology* (RFC 9499). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC9499>
- ICANN. (n.d.). *Registry operator (RO)*. <https://www.icann.org/en/icann-acronyms-and-terms/registry-operator-en>
- ICANN. (2023, November 2). *The domain name registration process*. <https://www.icann.org/resources/pages/domain-name-registration-process-2023-11-02-en>
- Internet Assigned Numbers Authority. (n.d.). *Root zone management*. <https://www.iana.org/domains/root>
- Klensin, J. (2008). *Simple mail transfer protocol* (RFC 5321). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC5321>
- Mockapetris, P. (1987). *Domain names—Concepts and facilities* (RFC 1034). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC1034>
- Postel, J., & Reynolds, J. (1985). *File transfer protocol* (RFC 959). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC0959>
- Schinazi, D., & Pauly, T. (2017). *Happy Eyeballs version 2: Better connectivity using concurrency* (RFC 8305). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/RFC8305>

Approfondimenti

- James F. Kurose e Keith W. Ross, Reti di calcolatori e Internet. Un approccio top-down, 8ª ed., Pearson, 2022 — Approfondisce HTTP, posta elettronica, DNS, distribuzione dei contenuti e applicazioni peer-to-peer partendo dai servizi utilizzati dagli utenti.

- Behrouz A. Forouzan e Firouz Mosharraf, Reti di calcolatori, 2^a ed., a cura di Gaia Maselli, McGraw-Hill Education, 2024 — Dedicata un capitolo al livello applicativo e presenta in modo visuale i principali servizi e protocolli di Internet.
- Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster e David J. Wetherall, Reti di calcolatori, 6^a ed., Pearson, 2023 — Analizza il DNS, la posta elettronica, il World Wide Web e i protocolli applicativi collegandoli agli altri livelli della rete.
- Douglas E. Comer, Internetworking con TCP/IP. Vol. 1: principi, protocolli e architetture, 5^a ed., Pearson, 2006 — Spiega il funzionamento della suite TCP/IP e dei servizi applicativi, con particolare attenzione alla risoluzione dei nomi e allo scambio di dati.
- Fred Halsall, Networking e Internet, 5^a ed., Pearson, 2006 — Collega i protocolli applicativi alle architetture del Web, della posta elettronica e dei servizi multimediali, offrendo esempi ed esercizi di riepilogo.

Nota editoriale

Per la realizzazione di questi materiali ho utilizzato strumenti di intelligenza artificiale generativa come supporto alla scrittura, in particolare per migliorare la forma del testo, riorganizzare i contenuti, correggere la formulazione e velocizzare alcune attività redazionali.

Lavorando autonomamente alla produzione di questi materiali, cerco infatti di automatizzare tutte le attività che possono esserlo, così da poter dedicare più tempo alla ricerca, alla progettazione e allo sviluppo dei contenuti.

L'intelligenza artificiale non determina però i contenuti dell'opera: la scelta degli argomenti, la struttura, le idee, le interpretazioni, gli esempi e l'impostazione didattica sono elaborati da me. L'IA viene quindi utilizzata principalmente come strumento di supporto alla produzione e alla revisione formale, mentre la responsabilità autoriale e progettuale dei contenuti rimane mia.

Salvo diversa indicazione, questo materiale è distribuito con licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0).

È quindi possibile condividere, ridistribuire, modificare e creare opere derivate a partire dal materiale, a condizione di attribuirne correttamente la paternità, di non utilizzarlo per scopi commerciali e di distribuire eventuali versioni modificate o derivate con la stessa licenza.

