



INGEGNERIA DEL SOFTWARE - 2025-26

TIPOLOGIE DI REQUISITI

LEZIONE 7
20/10/2025
VINCENZO RICCIO



RIFERIMENTI

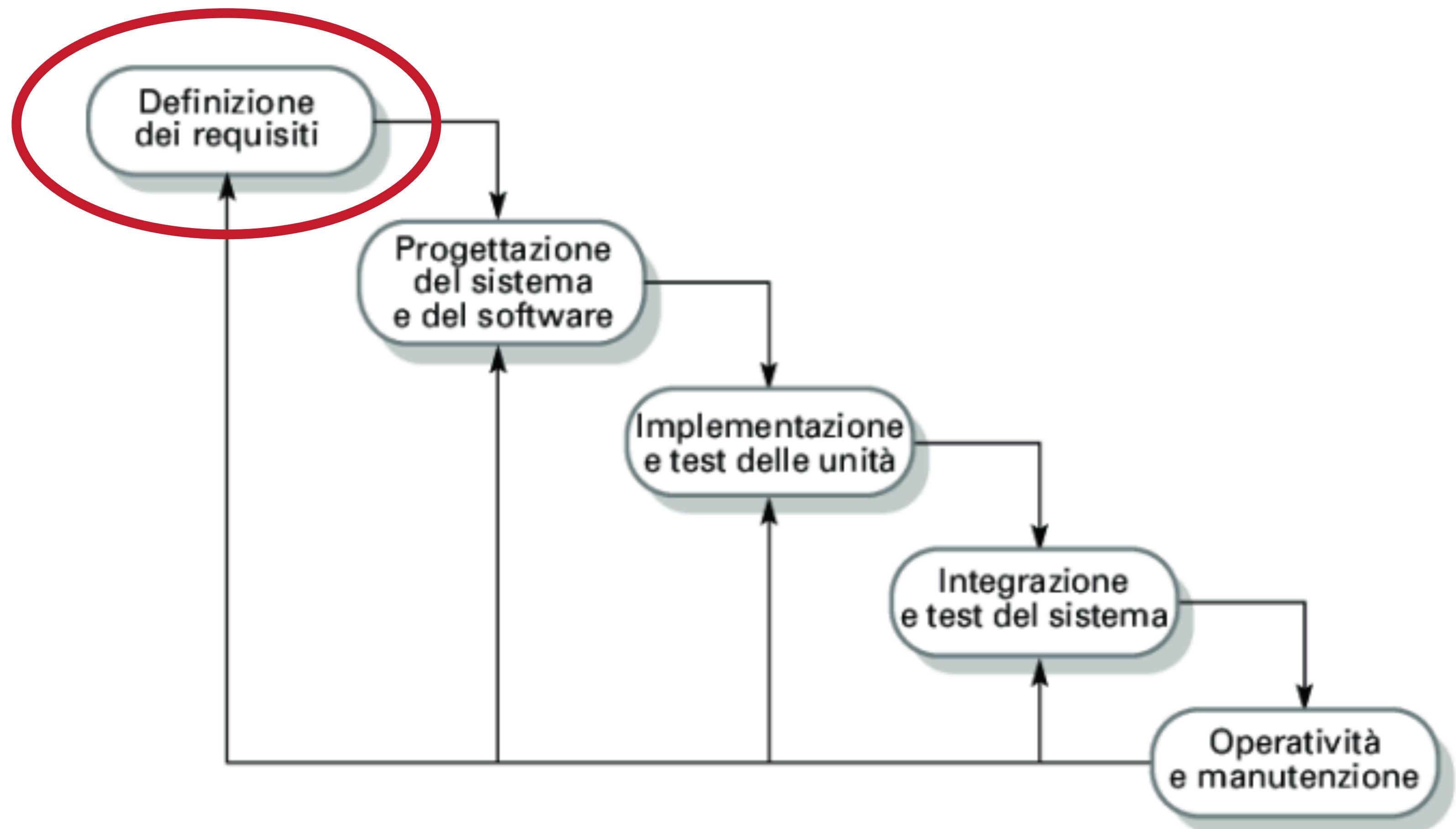
- ▶ Sommerville - Paragrafi 4.1, 4.2

Vincenzo Riccio
Ingegneria del Software 2025/2026
Università degli Studi di Udine





DEFINIZIONE DI REQUISITI



I REQUISITI NON SONO SOLO LE FUNZIONALITÀ

Vincenzo Riccio
Ingegneria del Software 2025/2026
Università degli Studi di Udine



- ▶ Bisogna definire:
 - Quali esigenze del cliente il sistema deve fornire
 - Entro quali vincoli operativi
- ▶ Se il sistema funziona correttamente ma non rispetta i vincoli, esso non sarà di interesse per il cliente



DEFINIZIONE DI REQUISITO



- ▶ La definizione di requisito è abbastanza ampia
- ▶ **Descrizione di qualcosa che il sistema dovrà fare oppure di una proprietà o vincolo operativo che si desidera per il sistema**
- ▶ Tale termine può indicare diverse tipologie di descrizione:
 - Una formulazione astratta e ad alto livello, spesso in linguaggio naturale
 - Una specifica dettagliata (ad es. in linguaggio formale matematico)

REQUISITED



- ▶ Questa definizione così ampia è necessaria poiché un requisito può avere vari scopi nella pratica, ad es.:
 - Può essere la base per una gara fra fornitori concorrenti, quindi deve essere aperto ad interpretazioni diverse
 - Può essere la base del contratto stesso (ad es. dopo che l'appalto è stato assegnato) e pertanto deve essere definito in dettaglio
- ▶ L'**ingegneria dei requisiti** è il processo di ricerca, analisi, documentazione e verifica dei requisiti
- ▶ Tale processo è finalizzato a stabilire le funzionalità del software, i vincoli operativi e i vincoli per lo sviluppo



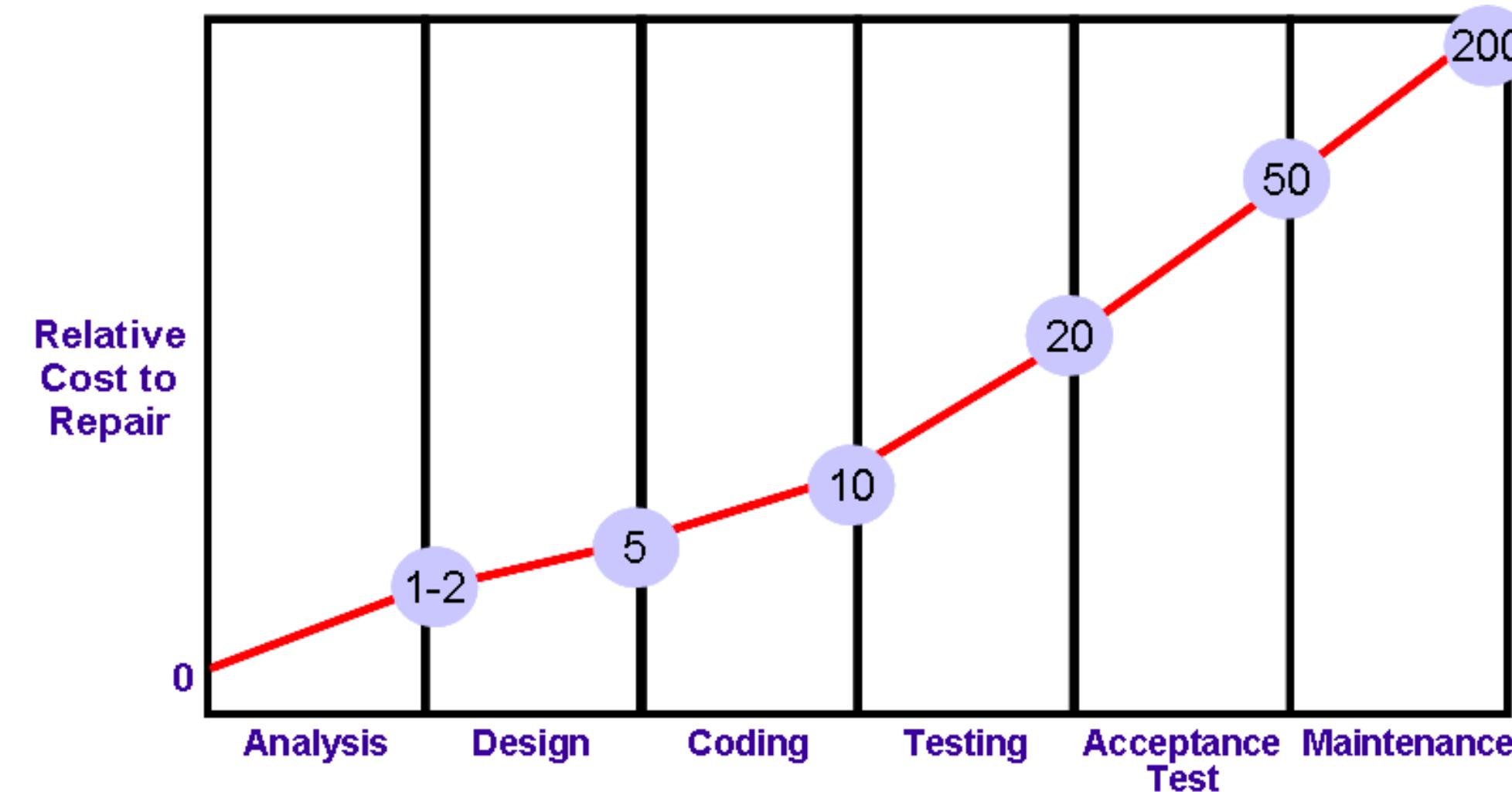
“Se una società vuole dare in appalto un grande progetto di sviluppo software, deve definire le sue esigenze in modo abbastanza astratto da non predefinire alcuna soluzione. I requisiti devono essere scritti in modo che diversi appaltatori possano fare le offerte proponendo vari metodi per soddisfare le necessità del cliente. Dopo che l'appalto è stato assegnato, l'appaltatore deve scrivere per il cliente una definizione del sistema molto dettagliata, in modo che il cliente possa capire e verificare che cosa farà il software. Entrambi questi documenti possono essere chiamati documenti dei requisiti del sistema”

Davis, 1993

INGEGNERIA DEI REQUISITI



- › L'ingegneria dei requisiti è di importanza fondamentale, in quanto errori nella definizione dei requisiti si propagano nei passi successivi del processo di sviluppo e il costo per porvi rimedio cresce
- › Boehm ha stimato che correggere errori nei requisiti in fase operazionale costa dalle 50 alle 200 volte in più che in fase di analisi e specifica dei requisiti





- ▶ **Requisiti Utente:**
 - Frasi in linguaggio naturale (corredate eventualmente da diagrammi) relative alle funzionalità che il sistema deve fornire e i suoi vincoli operativi
 - Generalmente sono ad alto livello (ma possono contenere dettagli)
 - Descritti solitamente usando linguaggio naturale e diagrammi che sono comprendibili a tutti gli utenti, anche a quelli privi di dettagliate conoscenze tecniche



- ▶ **Requisiti di Sistema:**
 - Documento strutturato che fornisce una descrizione dettagliata delle funzionalità del sistema e dei vincoli operativi
 - Definisce cosa dovrà essere sviluppato
 - Può essere parte del contratto fra cliente e sviluppatore

ESEMPIO DI REQUISITI UTENTE E DI SISTEMA



- Un requisito utente può essere espanso in più requisiti di sistema

- **Requisito Utente:**

1. Il sistema genererà mensilmente dei rapporti che riportano il costo dei farmaci prescritti da ciascuna clinica durante il mese

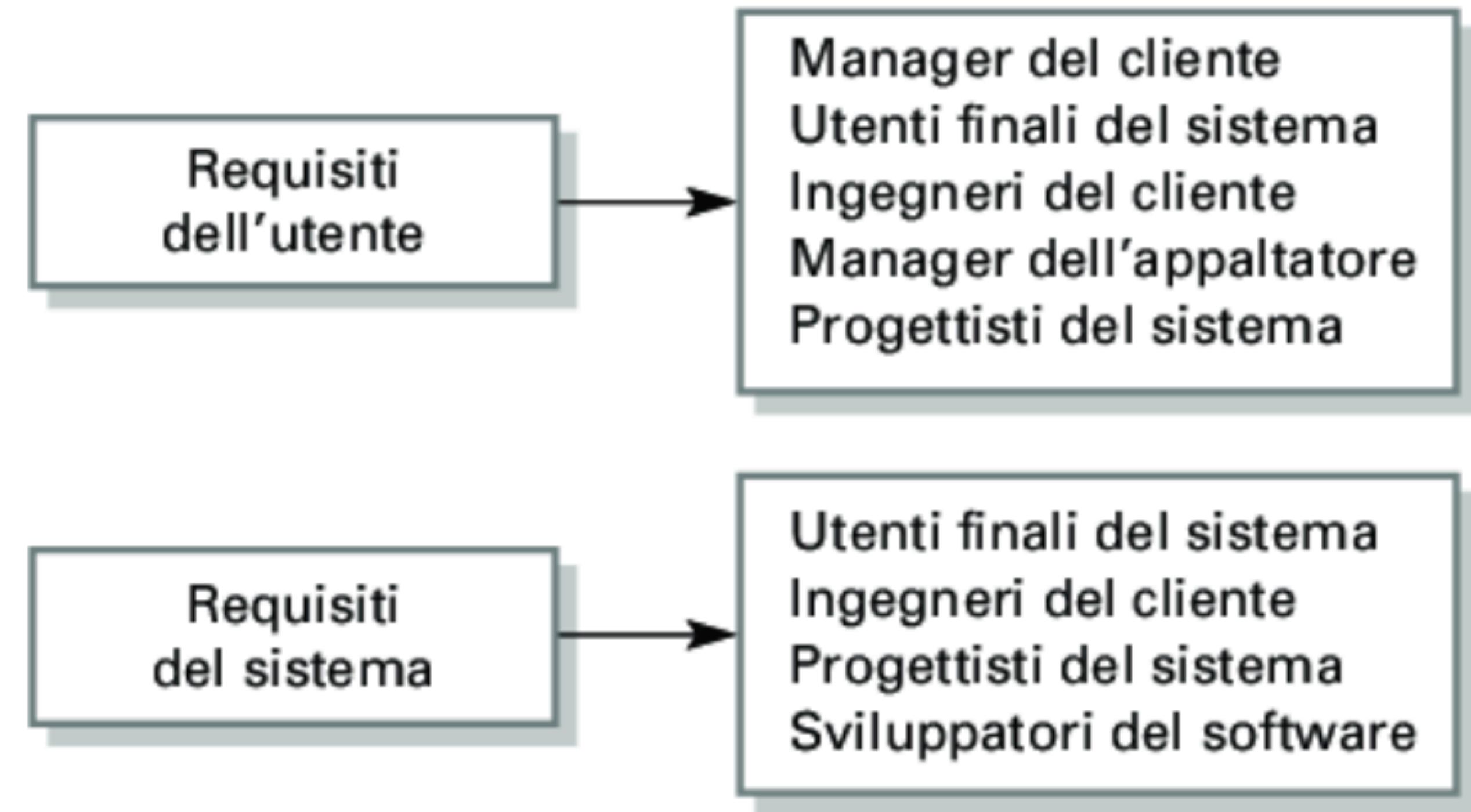
- **Requisiti di Sistema:**

- a. Nell'ultimo giorno lavorativo di ogni mese, dovrà essere generata una sintesi dei farmaci prescritti, il loro costo e le cliniche che li hanno prescritti
- b. Sarà creato un rapporto per ciascuna clinica; dovranno essere elencati i nomi dei singoli farmaci, il numero totale di prescrizioni, il numero delle dosi prescritte e il costo totale dei farmaci prescritti
- c. L'accesso ai rapporti dei costi dei farmaci dovrà essere limitato agli utenti autorizzati, come indicato nella lista di controllo degli accessi

LETTORI DELLE SPECIFICHE DEI REQUISITI



- ▶ I lettori dei requisiti utente solitamente non si occupano del modo in cui il sistema sarà implementato
- ▶ I lettori dei requisiti di sistema hanno bisogno di sapere con più precisione che cosa il sistema dovrà fare





REQUISITI FUNZIONALI E NON FUNZIONALI



- ▶ **Requisiti funzionali**
 - Descrizione di ciò che il sistema dovrebbe fare, come reagirà agli input in vari scenari di utilizzo (ossia le *funzionalità*)
- ▶ **Requisiti non funzionali**
 - Vincoli sulle funzionalità offerte dal sistema o vincoli sul processo di sviluppo
 - Includono i requisiti di qualità
- ▶ **Nota:** I requisiti non sono indipendenti tra loro (requisiti possono generare o limitare altri requisiti)
 - Ad es., “limitare l’accesso agli utenti autorizzati” è un requisito non funzionale ma introduce requisiti funzionali come le funzioni di autenticazione e recupero password

REQUISITI FUNZIONALI



- ▶ Descrivono le funzionalità che dovranno essere offerte dal sistema
- ▶ Anch'essi possono essere espressi a due livelli di astrazione
 - **Requisiti funzionali utente:** descrizioni ad alto livello su ciò che il sistema farà
 - **Requisiti funzionali di sistema:** descrizioni dettagliate delle funzionalità, comprendendo gli input, gli output, le eccezioni

ESEMPI DI REQUISITI FUNZIONALI



- ▶ Si consideri un sistema per gestire informazioni relative a pazienti di una clinica
 1. Un utente deve poter cercare gli appuntamenti nelle liste relative a ciascun medico
 2. Il sistema deve generare ogni giorno, per ciascun medico, l'elenco dei pazienti che hanno un appuntamento in quel giorno
 3. Tutti i dipendenti della clinica saranno identificati in modo univoco dalla propria matricola (USER_ID) a 8 cifre
- ▶ Da notare i diversi livelli di dettaglio, ad es. tra 1 e 3



IMPRECISIONI NEI REQUISITI



- ▶ Requisiti imprecisi o ambigui possono essere interpretati in modi diversi da diversi stakeholders
 - 1. *Un utente deve poter cercare gli appuntamenti nelle liste relative a ciascun medico*
- ▶ Il cliente intendeva poter navigare tra le liste di tutti i medici (senza conoscere il nome del medico)
- ▶ Lo sviluppatore potrebbe intendere che la ricerca verrà fatta specificando prima il nome del medico

COMPLETEZZA E CONSISTENZA DEI REQUISITI



- ▶ Le specifiche dei requisiti devono essere complete e consistenti
 - **Completezza:** Tutti i requisiti richiesti dai clienti devono essere presenti
 - **Consistenza:** I requisiti non devono avere definizioni contraddittorie o essere in conflitto
- ▶ Nella realtà è facile commettere errori o omissioni, soprattutto per sistemi complessi e di grandi dimensioni
- ▶ Alcune incoerenze possono emergere soltanto durante lo sviluppo del sistema, specialmente in presenza di molti stakeholder con aspettative differenti e contrastanti

REQUISITI NON FUNZIONALI



- Non riguardano direttamente le funzionalità offerte dal sistema
- Definiscono le proprietà e i vincoli del sistema e i vincoli del suo processo di sviluppo
 - **Proprietà del sistema** (affidabilità, i tempi di risposta e l'uso della memoria, ...)
 - **Vincoli del sistema** (capacità dei dispositivi di I/O, rappresentazione dei dati, ...)
 - **Vincoli del processo di sviluppo** (uso di particolari standard per la documentazione, linguaggi di programmazione specifici, ...)

REQUISITI NON FUNZIONALI



- I requisiti non funzionali possono essere più critici dei requisiti funzionali
- Se non sono soddisfatti, il sistema potrebbe essere inutilizzabile
- Esempi:
 - Se un sistema integrato per il controllo in tempo reale non raggiunge le prestazioni richieste, le sue funzioni di controllo non potranno operare correttamente
 - Se un sistema di controllo degli aerei non soddisfa i requisiti di affidabilità, non potrà ottenere la certificazione di sicurezza necessaria per operare

REQUISITI NON FUNZIONALI



- Difficile identificare quali componenti del sistema implementano specifici requisiti non funzionali
- Possono influire sull'intera architettura del sistema e non sui singoli componenti.
 - Ad es., le prestazioni possono dipendere dal numero di comunicazioni tra elementi
- Un singolo requisito non funzionale può generare numerosi requisiti funzionali.
 - Ad es., sicurezza può comportare controlli degli accessi di molteplici componenti



- ▶ **Requisiti del prodotto**
 - Derivano dalle caratteristiche richieste al software
 - Specificano il comportamento del prodotto (usabilità, efficienza, prestazioni)
- ▶ **Requisiti organizzativi**
 - Derivano da politiche e procedure dell'organizzazione che sviluppa il software e del cliente (standard di processo da utilizzare, piattaforme e linguaggi di programmazione)
- ▶ **Requisiti esterni**
 - Tutti i requisiti che derivano da fattori esterni al sistema e al suo processo di sviluppo
 - Ad es., requisiti legislativi che devono essere rispettati, i requisiti etici che assicurano che il sistema sia accettato dai suoi utenti

ESEMPI DI REQUISITI NON FUNZIONALI - SISTEMA CLINICA

Vincenzo Riccio
Ingegneria del Software 2025/2026
Università degli Studi di Udine



► **Requisiti del prodotto**

- La disponibilità del sistema della clinica deve essere garantita durante i giorni feriali dalle 08:30 alle 17:30

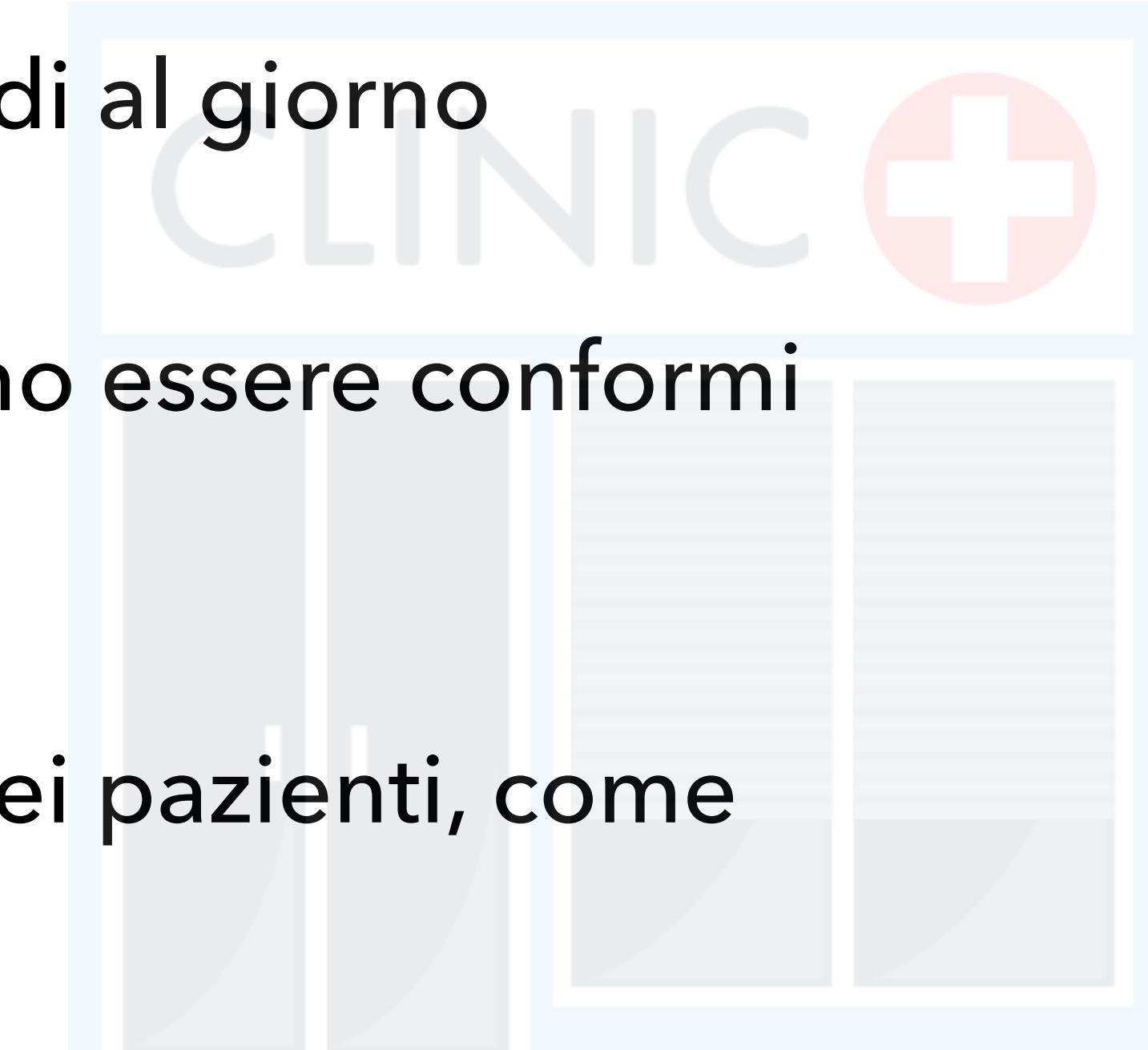
- Eventuali tempi di down non devono superare I 5 secondi al giorno

► **Requisiti organizzativi**

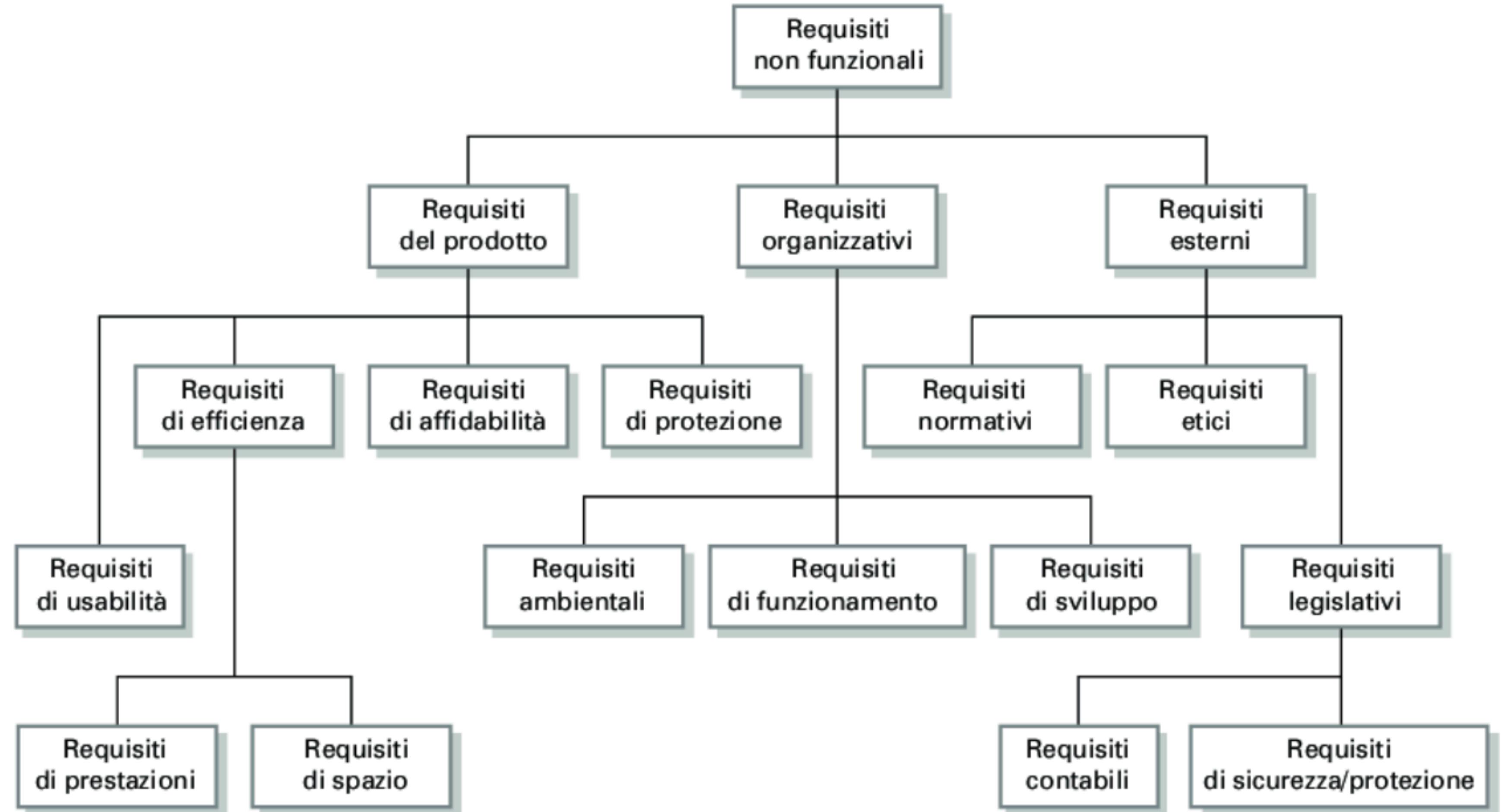
- Il processo di sviluppo ed i documenti consegnati devono essere conformi alle norme dello standard aziendale STAN-95

► **Requisiti esterni**

- Il sistema deve implementare le politiche sulla privacy dei pazienti, come stabilito nell'apposita legge nazionale sulla privacy



TIPI DI REQUISITI NON FUNZIONALI





NON-FUNCTIONAL OR EXTRA-FUNCTIONAL?

- ▶ There is an ongoing discussion on how to name these requirements
- ▶ Interesting blog post by Olaf Zimmermann and Cesare Pautasso can be found here: <https://ozimmer.ch/practices/2020/11/19/ExtraExtraReadAllaboutIt.html>
- ▶ Olaf: "*The term Non-Functional Requirement (NFR) has been used for a long time.*"
- ▶ Cesare: "*Extra-Functional Requirements (EFR) is the better term.*"
- ▶ Both terms are overloaded and may cause undesired associations, use them consistently



VERIFICABILITÀ DEI REQUISITI

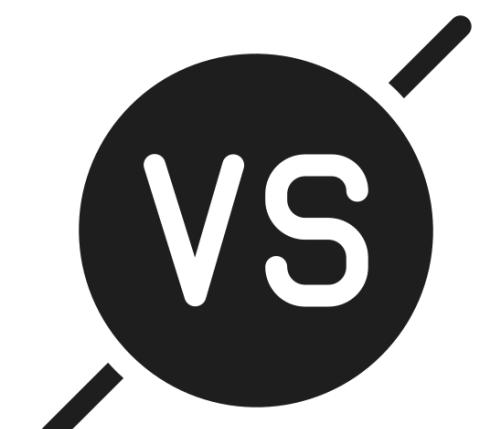


- I requisiti non funzionali possono essere difficili da definire precisamente, e quindi difficili da verificare
- Il cliente li specifica come **obiettivi** generici/vaghi
 - Es. facilità d'uso, rapida risposta
 - Obiettivi vaghi causano problemi agli sviluppatori, perché danno adito alla libera interpretazione
- I requisiti devono essere **verificabili**
 - Bisognerebbe descrivere i requisiti non funzionali quantitativamente, in modo che possano essere verificati in maniera oggettiva
 - Il requisito deve contenere qualche misura che potrà essere oggettivamente verificata



Obiettivo generico

- *Il sistema deve essere facile da usare per il personale medico e deve essere organizzato in modo tale che gli errori commessi dall'utente siano ridotti al minimo*



Requisito verificabile

- Il personale medico dovrà essere in grado di usare tutte le funzioni del sistema dopo due ore di addestramento; dopodiché, il numero medio di errori commessi dagli utenti esperti non dovrà maggiore di due, per ogni ora di utilizzo del sistema

MISURE PER VERIFICARE REQUISITI NON FUNZIONALI

Vincenzo Riccio
Ingegneria del Software 2025/2026
Università degli Studi di Udine



Proprietà	Misura
Velocità	Transazioni elaborate al secondo Tempi di risposta a utenti/eventi Tempo di refresh dello schermo
Dimensione	Megabyte/Numero di chip ROM
Facilità d'uso	Tempo di addestramento Numero di maschere d'aiuto
Affidabilità	Tempo medio di malfunzionamento Probabilità di indisponibilità Tasso di malfunzionamenti Disponibilità
Robustezza	Tempo per il riavvio dopo un malfunzionamento Percentuale di eventi che causano malfunzionamenti Probabilità di corruzione dei dati dopo un malfunzionamento
Portabilità	Percentuale di istruzioni dipendenti dal sistema target Numero di sistemi target

VERIFICABILITÀ DEI REQUISITI - ESEMPIO



- ▶ I requisiti non funzionali possono essere in contraddizione tra loro o con requisiti funzionali, soprattutto in sistemi complessi
- ▶ In tali casi sarà necessario trovare un compromesso (trade-off)
- ▶ Esempio:
 - R1: un lettore magnetico deve essere installato in ogni computer che si collega al sistema per permettere l'accesso tramite carta d'identità elettronica
 - R2: Il personale medico deve avere la possibilità di accedere al sistema tramite tablet o smartphone, che non sono dotati di lettori magnetici

REQUISITI DI DOMINIO



- Requisiti funzionali/non funzionali e vincoli che derivano dal dominio applicativo del sistema (e non dalle esigenze degli utenti)
 - Ad es., norme e standard del dominio medico, avionico, ferroviario, ecc ...
- Talvolta le informazioni di dominio sono ovvie per gli esperti (ma non per gli sviluppatori) e quindi vengono tralasciate
- L'ingegnere del software potrebbe non conoscere bene il dominio e quindi capire le caratteristiche dell'ambiente in cui opera un sistema

ESEMPIO DI REQUISITI DI DOMINIO - TRAIN PROTECTION SYSTEM



In caso di semaforo rosso, la decelerazione del treno deve essere calcolata come:

$$D_{\text{train}} = D_{\text{control}} + D_{\text{gradient}}$$

dove D_{gradient} vale $9.81 \text{ms}^2 * \text{compensated gradient/alpha}$ e dove i valori di alpha sono noti per diversi tipi di treno

- Per comprendere questo requisito, l'ingegnere del software deve essere familiare con il dominio ferroviario (caratteristiche del treno, terminologia)

PROBLEMI DEI REQUISITI DI DOMINIO



- ▶ **Comprensibilità**
 - Sono solitamente espressi nel linguaggio estremamente specializzato del dominio
 - Possono far riferimento a concetti specifici del dominio
 - Potrebbe non essere immediatamente comprensibili agli ingegneri del software
- ▶ **Esplicitazione**
 - Gli specialisti del dominio conoscono così bene il dominio stesso, da lasciare fuori dai requisiti informazioni che sembrano loro ovvie (e invece non lo sono per l'ingegnere del software)



INGEGNERIA DEI REQUISITI

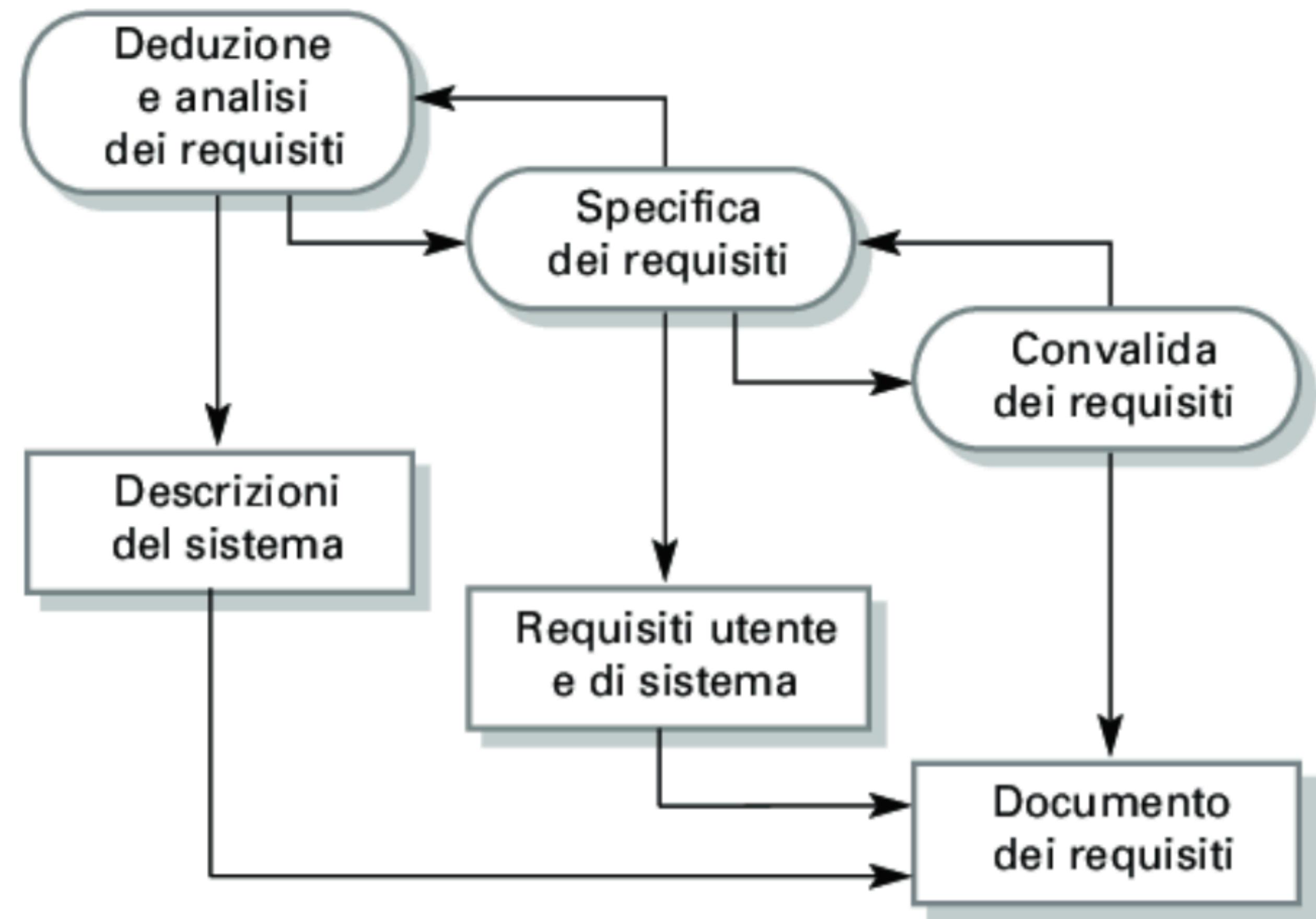


- ▶ Come detto nei blocchi di slides precedenti, l'ingegneria dei requisiti è formata da tre attività chiave
 1. **Deduzione e analisi dei requisiti:** comprensione dei requisiti attraverso l'interazione con gli stakeholder
 2. **Specificazione dei requisiti:** traduzione dei requisiti in specifiche in un formato coerente (ad es., standard)
 3. **Convalida dei requisiti:** controllo che i requisiti corrispondano alle richieste del cliente

INGEGNERIA DEI REQUISITI - MODELLO SEQUENZIALE



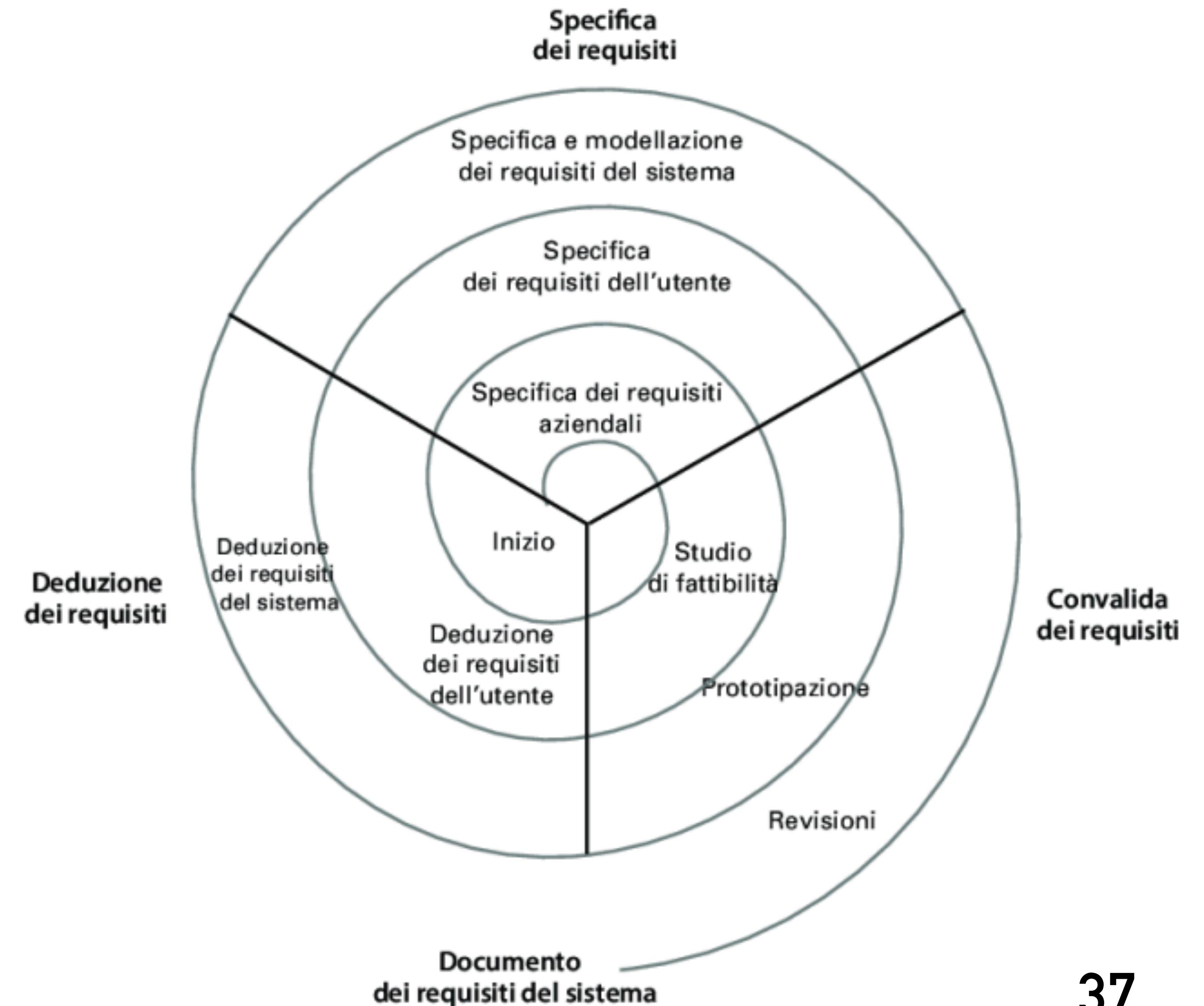
- Le tre attività non sono per forza sequenziali come mostrato nel diagramma



INGEGNERIA DEI REQUISITI - MODELLO A SPIRALE



- ▶ Il processo di ingegneria dei requisiti nella pratica è spesso fortemente iterativo e le fasi interallacciate
- ▶ Modello a spirale utilizzato quando i requisiti sono sviluppati con diversi livelli di dettaglio (general, utente, sistema)



INGEGNERIA DEI REQUISITI: DISCLAIMER



- ▶ Le definizioni in questa lezione riguardano perlopiù la descrizione “classica” di requisiti
- ▶ I requisiti nei processi agili, descritti come storie utente, sono trattati nel blocco di slides precedente
- ▶ Nei processi agili una specifica dettagliata dei requisiti potrebbe essere considerata uno “spreco di tempo” poiché i requisiti possono cambiare velocemente



INGEGNERIA DEI REQUISITI - METODI AGILI



- Invece, nei metodi agili, la specifica dei requisiti non è un'attività separata, ma è considerata come parte dello sviluppo
- I requisiti sono specificati in modo informale per ciascun incremento del sistema, appena prima che l'incremento sia sviluppato
- I requisiti sono specificati in base alle priorità dell'utente
- La deduzione dei requisiti proviene dagli utenti che appartengono al team di sviluppo o lavorano strettamente a contatto con esso.

