

# Modulo 6: Introduzione al Testing

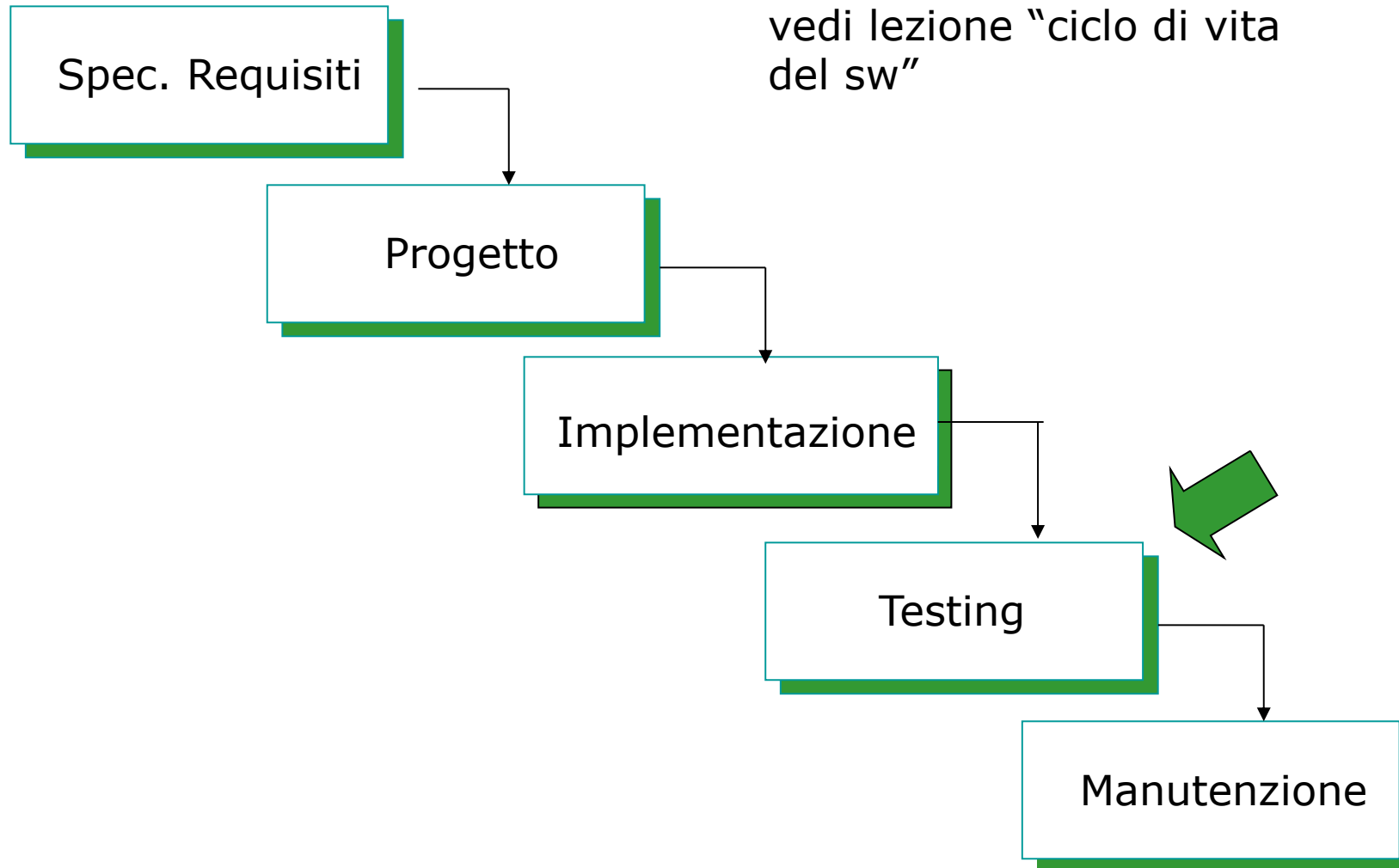
## Lezione 6.1 – Il ruolo del testing

## Testing in breve

- Il **test** di un programma o di un sistema consiste (in breve) nell'eseguirlo con alcuni casi di test e controllare che il comportamento sia corretto
- In italiano si dice anche **collaudo del software**

# Ciclo di vita del Software

Ciclo di vita a cascata –  
vedi lezione "ciclo di vita  
del sw"



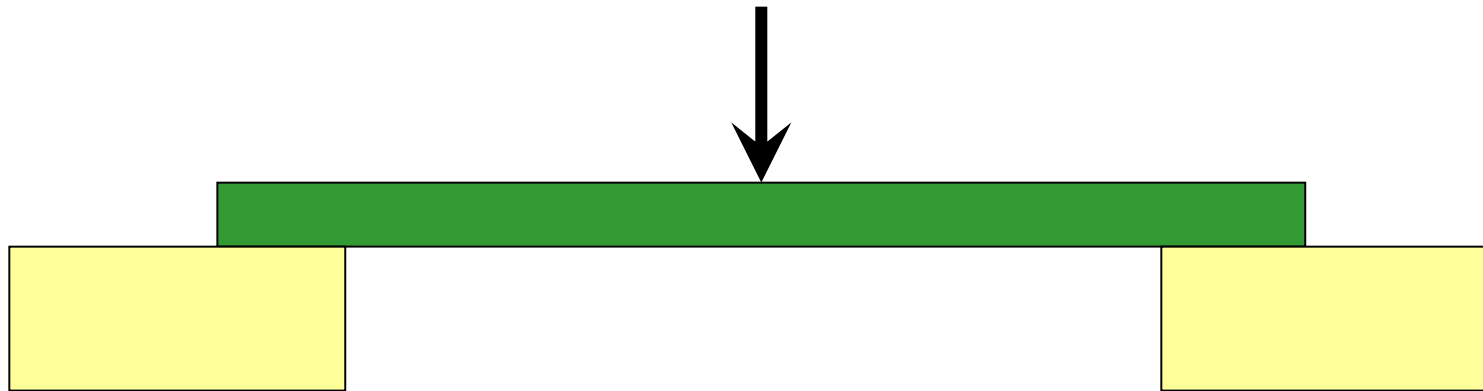
## Alcune domande di base

- E' possibile avere software **senza difetti**?
- Fino a che punto possiamo fidarci del testing o di altre tecniche di verifica?
  - Ogni parte andrebbe verificata (anche la verifica)
- **Tutti i sw devono essere corretti al 100%?**
  - sistemi critici
  - sistemi per la produttività individuale

"software industry, the: unique industry where selling substandard goods is legal and you can charge extra for fixing the problems."

# Test in Ingegneria

- **Il testing è una pratica diffusa in tutti i campi dell'ingegneria**
- **Però in ingegneria classica gli oggetti hanno un comportamento "continuo":**
  - un ponte si testa in un punto particolare e se funziona lì funziona tutt'attorno (o addirittura tutto)



# Test nell'ingegneria del software

- 1. Il software ha un comportamento molto **discontinuo** quindi la selezione dei "punti" in cui effettuare il test e' molto critica
- **Esempio**  
$$a := x / (x+20)$$
  - Quale valore prendo di x per vedere se funziona?
- **Problema dei requisiti:**
- 2. un ponte basta che resista, un software basta che non smetta di funzionare o richiedo qualcosa di più?

# Limiti del testing

- **Il testing è efficace a trovare bug**
- **ma è inadeguato a provare l'assenza di bug**
  - Posso eseguire il programma 1000 volte ed essere (s)fortunato e non scoprire mai un certo bug
- **Non può sostituire una buona pratica di progettazione e implementazione**

# Alcune linee guida generali

- **Il testing dovrebbe:**

- essere **automatizzato**

- Uso di strumenti automatici che assistano i programmatori nella scrittura di test, nell'esecuzione, nella raccolta dei dati di output e nell'analisi della loro correttezza

- riguardare **ogni fase di sviluppo**

- Non solo sul codice finale, ma anche sui requisiti, sui prototipi, ... → prossima lezione

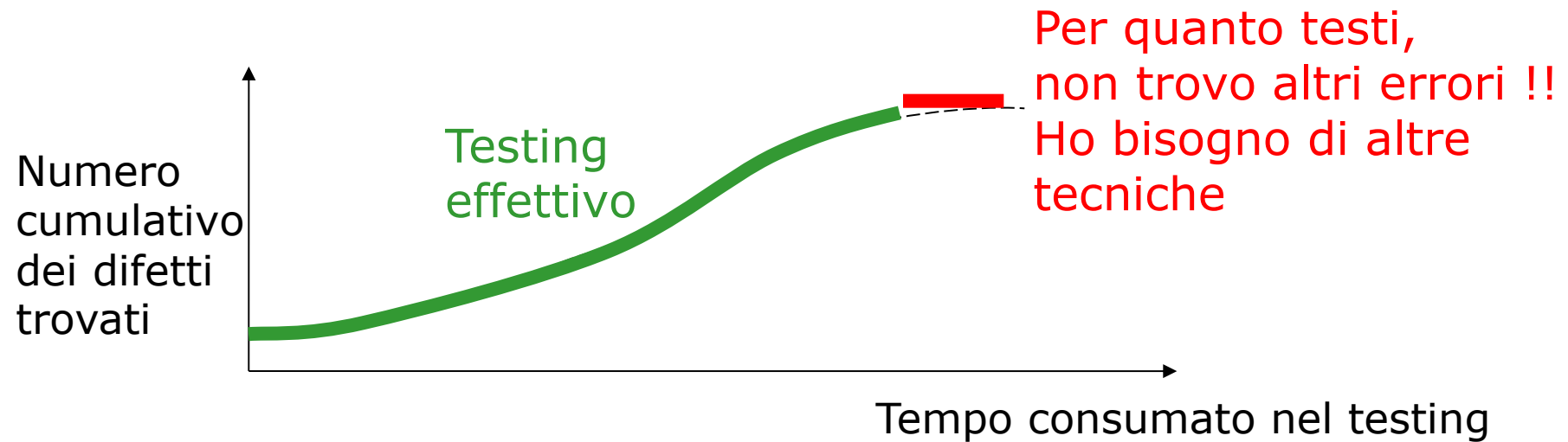
- essere **esteso a tutti** i componenti di un sistema

- essere pianificato (**test plan**)

- seguire **standard** e metodologie dove possibile

# Economia del Testing (1)

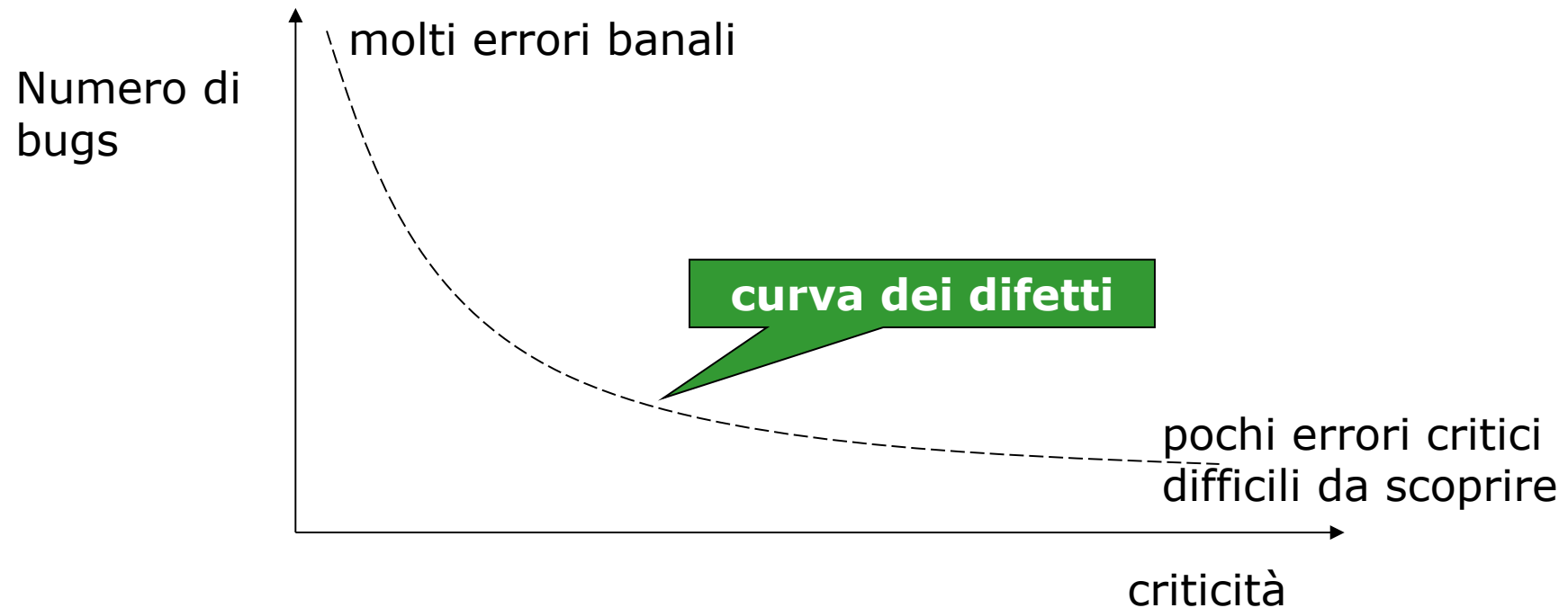
- **Curva di rimozione degli errori**



# Curva dei difetti

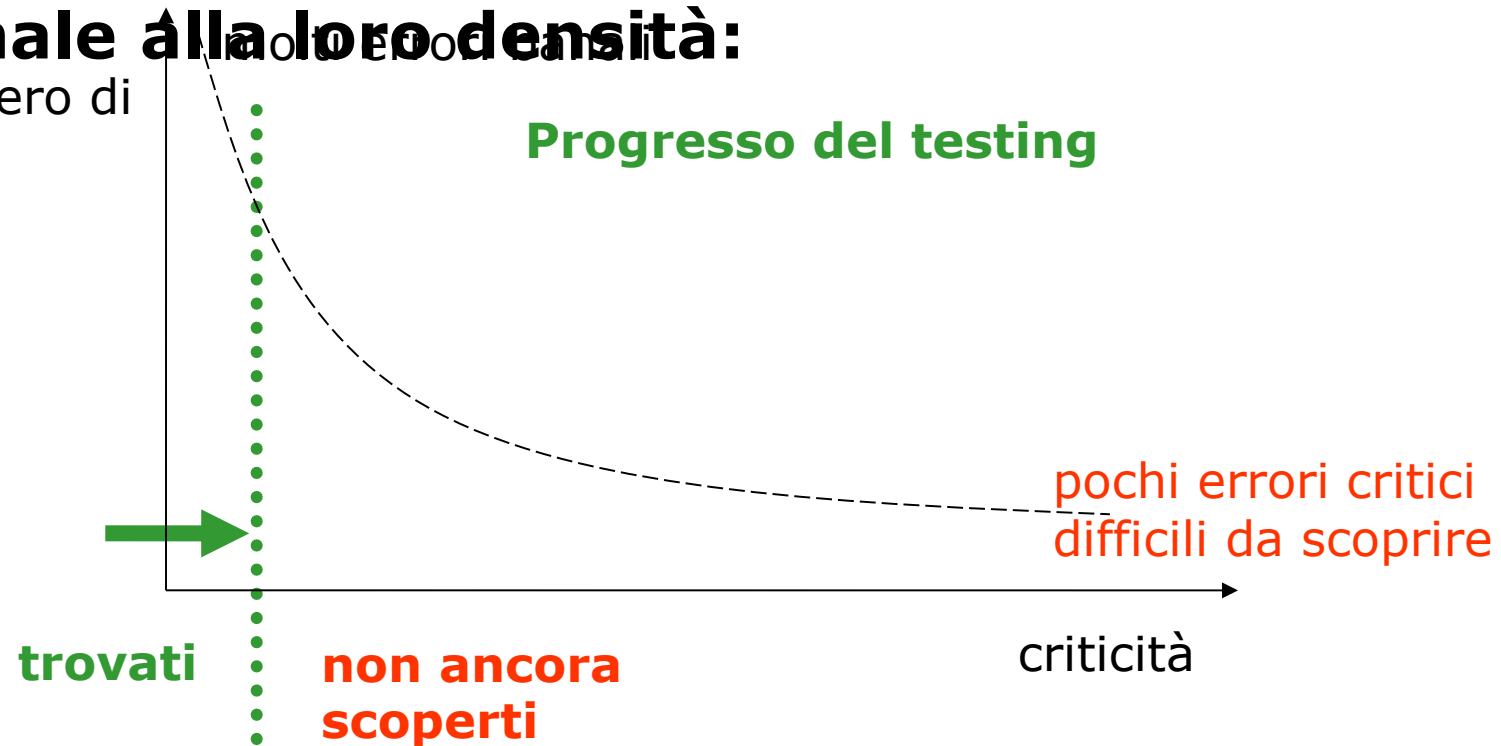
- **Curva dei difetti**

ipotesi: i difetti più critici sono di meno e più difficili da scoprire



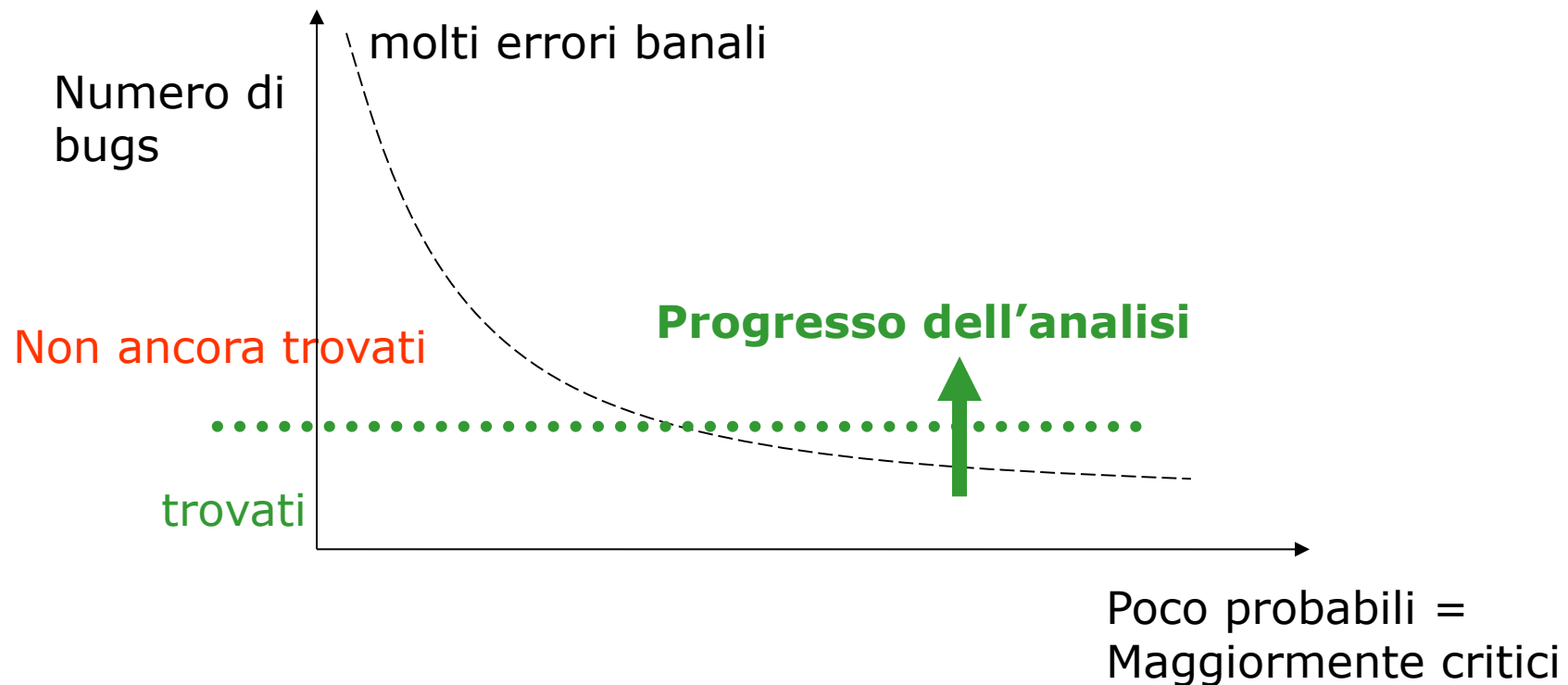
## Economia del testing (2)

- **Il testing tende a scoprire i difetti con probabilità proporzionale alla loro densità:**



## Economia del testing (3)

- Tecniche (più costose) di **analisi statica** invece cercano di scoprire difetti con probabilità proporzionale alla loro criticità



# Economia del testing (4)

- **Attenti però:**
- non sempre si ha questa distribuzione
- Potrei avere difetti difficili da scoprire ma non critici
- **Fattori da considerare:**
  - 1. quanto costa il testing?**
  - 2. quanto costa avere un sw con un difetto?**
    - costo del danno che provoca x
    - probabilità che accada
    - quindi è "inutile" spendere troppo tempo a cercare difetti che non provocano danno
      - Per questo motivo tecniche più sicure non vengono impiegate e il **sw non critico** viene rilasciato con ancora molti difetti

# In sintesi

- Abbiamo visto che il testing:
  - consiste nel collaudare il sw mediante prova
  - si applica normalmente alla fine del ciclo di vita del sw
  - ha costi considerevoli
- Ricordate che il testing del sw:
  - è molto sensibile ai punti di testing
    - il successo di una prova non è molto significativo
  - è utile per trovare errori ma difficilmente garantisce l'assenza
    - alcuni errori più critici potrebbero essere molto difficili da trovare mediante testing
  - dovrebbe essere applicato durante tutto il ciclo di vita



## **T6.2 – Definizioni Base**

**Angelo Gargantini**

---

# Terminologia base del testing

- **Dobbiamo concordare alcune parole che useremo da qui in avanti:**
  - alcuni termini hanno un significato chiaro:
    - testing, debugging, ...
  - altri sono definiti in modo non ambiguo da standard
    - Ad esempio dalla IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology
      - difetto, bug, ...
  - altri sono usati in modo ambiguo
    - Proponiamo un uso e cerchiamo di essere consistenti
      - errore, ...

# Malfunzionamento

- Un **failure** o **guasto** o **malfunzionamento** è il funzionamento non corretto del programma
  - legato quindi al comportamento che si osserva durante l'esecuzione

- **Esempio:**

```
// programma che dovrebbe restituire il doppio
// del valore passato come parametro
int raddoppia(int x) {
    return x*x ;
}
```

- se chiamo raddoppia(3) noto un **malfunzionamento**  
se chiamo raddoppia(2) **non vi e' malfunzionamento**

# Difetto

- Un **difetto** o **anomalia** o **fault** o **bug** è un elemento del programma sorgente non corrispondente alle aspettative
  - riguarda quindi la parte statica.
  - **uno o più difetti possono causare malfunzionamenti**
  - Nell'esempio:

```
int raddoppia(int x) {  
    return x*x ;  
}
```
  - **il difetto** e' \*x invece che \*2.
- **Nota**
- un programma può avere molti difetti e non presentare alcun malfunzionamento.
- scopo del testing e' quello di evidenziare difetti mediante malfunzionamenti.

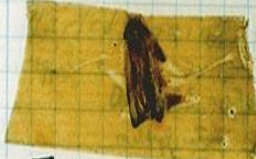
# Bug

- Poerchè si usa bug?il 9 settembre 1947 il tenente Hopper ed il suo gruppo stavano cercando la causa del malfunzionamento di un computer Mark II quando, con stupore, si accorsero che una falena si era incastrata tra i circuiti. Dopo aver rimosso l'insetto (alle ore 15.45), il tenente incollò la falena rimossa sul registro del computer e annotò: «1545. Relay #70 Panel F (moth) in relay. First actual case of bug being found».

1.6  
9/9

0800 Antam started  
1000 " stopped - antam ✓ { 1.2700 9.037 847 025  
1300 (033) MP-MC ~~1.98264000~~ 9.037 846 995 console  
                  ~~2.130476415~~ 4.615 925 059 (-2)  
                  (033) PRO 2 2.130476415  
                  console 2.130676415  
Relays 6-2 in 033 failed special speed test  
in relay " 11.00 test.

1100 Started Cosine Tape (Sine check)  
1525 Started Multi Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F  
(moth) in relay.

1545 First actual case of bug being found.  
1630 Antam started.  
1700 closed down.

Relay 3145  
Relay 3370

# Errore

- **Errore:** fattore (umano) che causa una deviazione tra il software prodotto e il programma ideale (uno o più errori possono produrre uno o più difetti nel codice)
  - **Esempio:** errore di analisi dei requisiti, progetto, battitura,...
  - Quando il programmatore commette un errore, il programma ha un difetto che può generare un malfunzionamento

# Definizioni da IEEE, **error**

- 1) The difference between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition. For example, a difference of 30 meters between a computed result and the correct result.
  - 2) An incorrect step, process, or data definition. For example, an incorrect instruction in a computer program.
  - 3) An incorrect result. For example, a computed result of 12 when the correct result is 10.
  - 4) A human action that produces an incorrect result. For example, an incorrect action on the part of a programmer or operator.
- Note: While all four definitions are commonly used, one distinction assigns definition 1 to the word “error,” definition 2 to the word “fault,” definition 3 to the word “failure,” and definition 4 to the word “mistake.”

# Fault – failure IEEE

**fault.** (1) A defect in a hardware device or component; for example, a short circuit or broken wire.

(2) An incorrect step, process, or data definition in a computer program. *Note:* This definition is used primarily by the fault tolerance discipline. In common usage, the terms “error” and “bug” are used to express this meaning. *See also:* **data-sensitive fault; program sensitive fault; equivalent faults; fault masking; intermittent fault.**

**failure.** The inability of a system or component to perform its required functions within specified performance requirements. *Note:* The fault tolerance discipline distinguishes between a human action (a mistake), its manifestation (a hardware or software fault), the result of the fault (a failure), and the amount by which the result is incorrect (the error). *See also:* crash; dependent failure; exception; failure mode; failure rate; hard failure; incipient failure; independent failure; random failure; soft failure; stuck failure.

# Testing e debugging

- **Testing di programmi:**
  - eseguire il programma con dei casi di test e analizzare i risultati per trovare i difetti (bug)
- **Debugging:**
  - correggere i difetti ed eventualmente scoprire gli errori

# Scopi del testing

- **Testing di programmi ha due scopi principali**
  - mettere in evidenza i difetti (bug) mediante i malfunzionamenti, per scoprire eventuali errori:
    - cercare quei comportamenti che mettono in evidenza difetti
  - poter valutare l'affidabilità di un sw (reliability) e fornire confidenza (test di accettazione)
    - dell'affidabilità del prodotto e della (probabile) correttezza
    - del aver rilevato l'assenza di particolari tipi di malfunzionamenti
    - cercare quei comportamenti più critici o più frequenti per controllare che causino o meno malfunzionamenti

# Livelli di granularità

- **Test di**
- **accettazione**: il comportamento del software è confrontato con i requisiti dell'utente finale
- **conformità**: il comportamento del software (tutto) è confrontato con le specifiche dei requisiti
- **sistema**: controlla il comportamento dell'intero sistema (hw + sw) come monolitico.
- **integrazione**: controllo sul modo di cooperazione delle unità (come previsto dal progetto)
- **unità**: test del comportamento delle singole unità
- **regressione**: test del comportamento di release successive

# Unit Testing

- **Testa il codice a livello di singola unità**
- **In OO (come JAVA)**
  - la singola unità è una class
  - UT testa quindi i singoli metodi delle classi
- **Per ogni metodo testato - detto **test unit** - si introducono**
  - **test driver**: metodo che chiama il test unit con opportuni parametri
  - **test stub**: (opzionale) metodo che sostituisce eventuali metodi usati dal test unit per testare in modo isolato e controllato
    - La scrittura di stub può essere onerosa e viene spesso evitata

# Unit Testing - Esempio

## Esempio

```
foo(int x2, int y2) {
    .....
    gig(x2+2);
    .....
}

testFoo() {
    .....
    foo(x1+1, y1-1);
    // controllo
}

gig(int x3) {
    .....
}
```

→ **foo: test unit**

- Metodo da testare

→ **testFoo: test driver**

- Metodo che testa foo
- Simula una unità chiamante

→ **gig: test stub** (opzionale)

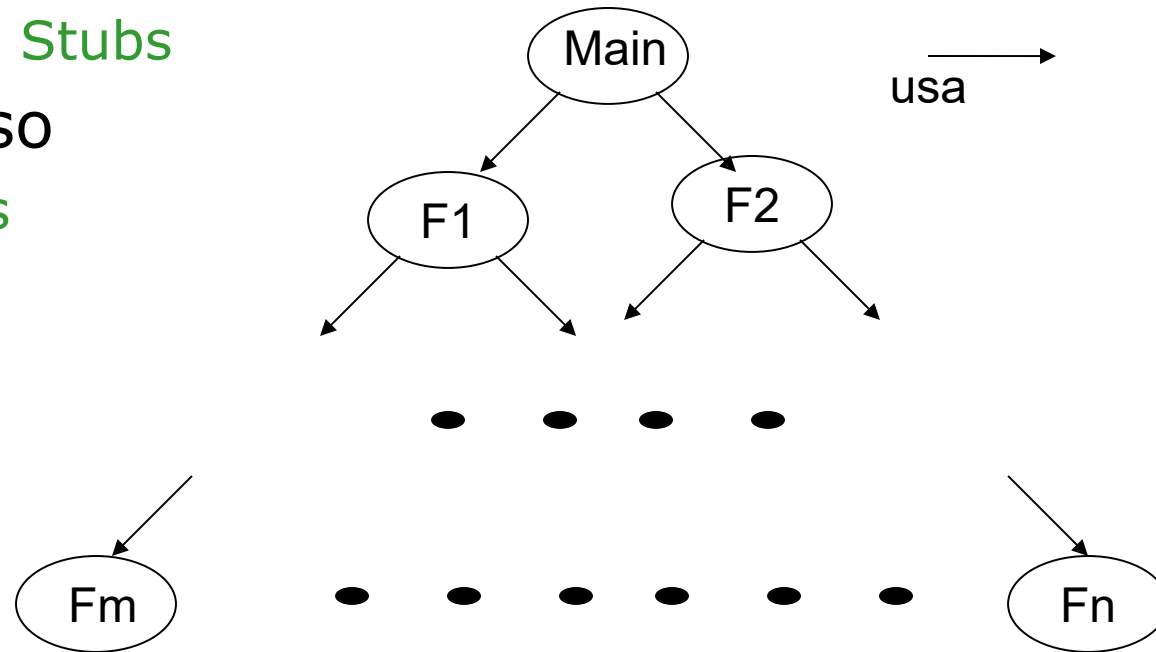
- Simula un metodo chiamato da foo in modo di isolare il caso di test dal resto del sistema

# Test d'integrazione (1)

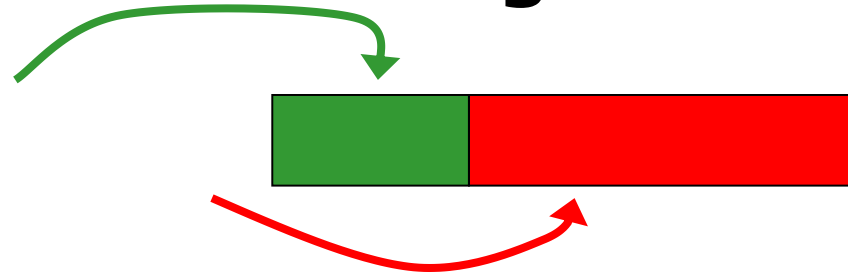
- **Testa l'integrazione tra le diverse unità**
- **Esempio:**
  - compatibilità dei tipi importati/esportati
    - spesso eseguita dal linker o dal compilatore
  - difetti nei domini di import/export
    - Esempio:
      - F1 chiama F2 con un parametro intero
      - F2 assume che il parametro sia  $>0$ , mentre F1 chiama con parametro = 0
  - rappresentazione di dati importati/esportati
    - Esempio: F1 chiama F2 e con un parametro Elapsed\_time
    - F1 pensa siano secondi, F2 invece millisecondi
      - Successo veramente su sonda Pioneer????!!!

## Test d'integrazione (2)

- **Alcune strategia per il test di integrazione**
  - **top-down**: inizia dall'alto
    - Si devono sviluppare **Stubs**
  - **bottom-up**: dal basso
    - Si sviluppano **Drivers**
  - **big-bang**



# Regression Testing



- **Sviluppo vs Manutenzione**

- costi di sviluppo: 1/3
- costi di manutenzione: 2/3

- **Testing durante la manutenzione**

- obiettivi nel testare programmi **modificati**:
  - accertarsi di aver eliminato i difetti segnalati
  - essere sicuri di non introdurre nuovi difetti
  - evitare di dover buttar via i vecchi casi di test e riscriverne nuovi da capo
  - riusare i vecchi casi di test e confrontare che il comportamento non sia cambiato (eccetto malfunzionamenti)
  - evitare di dover ritestare tutti i programmi anche quelli non modificati

# In sintesi

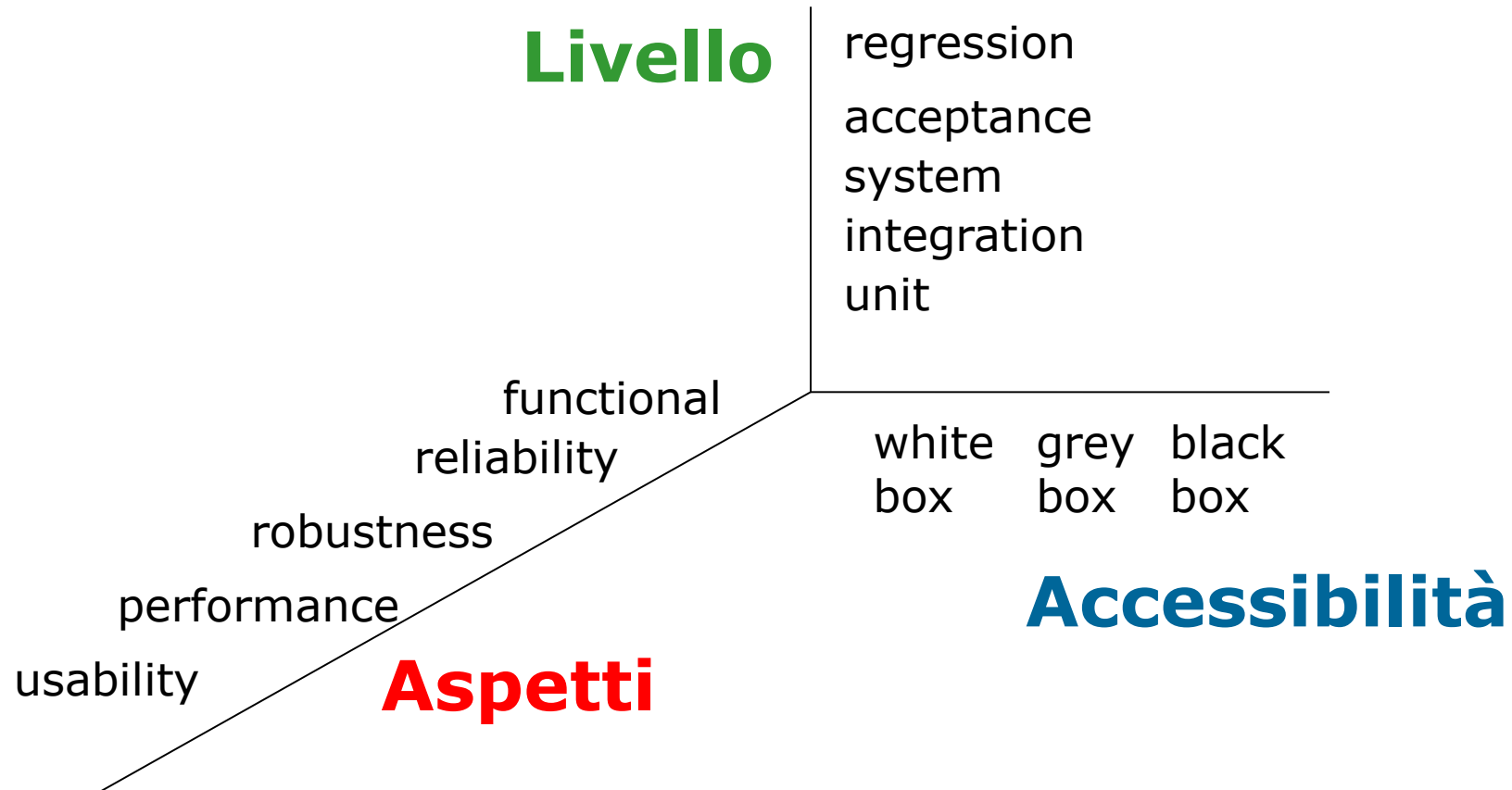
- Abbiamo visto le definizioni di:
  - difetto o bug: elemento sintattico nel sorgente sbagliato;
  - malfunzionamento: comportamento sbagliato
  - errore e debugging
- Visto diversi tipi di testing a seconda del livello:
  - di accettazione, di conformità, di sistema
  - di integrazione
  - di unità
  - di regressione



# **TIPI DI TESTING**

# Tipi di testing

Esistono tanti tipi di testing a seconda del **livello** a cui si effettuano, del tipo di **accesso** al sistema da testare e degli **aspetti** che si vogliono testare



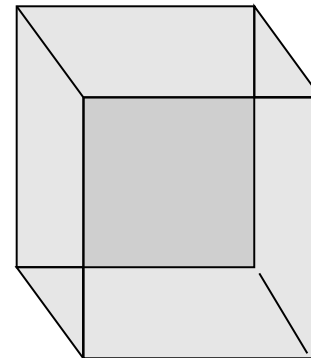
# Accessibilità del Testing

- A seconda del tipo di "accesso" all'unità testata si ha:
- **white box testing, o structural testing, o program-based testing**
  - si assume che il programma sorgente sia disponibile
- **black box testing, o functional testing, o model-based testing, o specification-based testing**
  - si assume che non si guardi il programma sorgente ma solo quello che dovrebbe fare
- **grey box testing**
  - un mix tra i due

# White box testing

- **E' basato sulla struttura interna del programma**
  - deriva i casi di test dal programma
  - controlla e osserva i programmi durante l'esecuzione
- **In genere analizza "quanto programma è stato eseguito" o coperto**
  - non garantisce che il programma faccia quello effettivamente richiesto
  - ci sono diverse alternative che vedremo

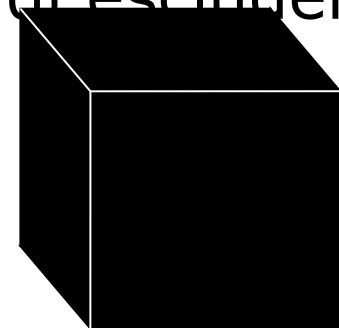
*White Box*



# Black-Box testing

- **Ignora la struttura del programma e considera solamente i suoi requisiti**
  - deriva i casi di test dai requisiti
  - controlla e osserva il programma solo attraverso la sua interfaccia esterna (input/output)
- **In genere misura quanti input/output sono stati utilizzati**
  - non tutti gli input vengono utilizzati
  - cerca di scoprire il maggior numero di difetti e di escludere quelli più critici

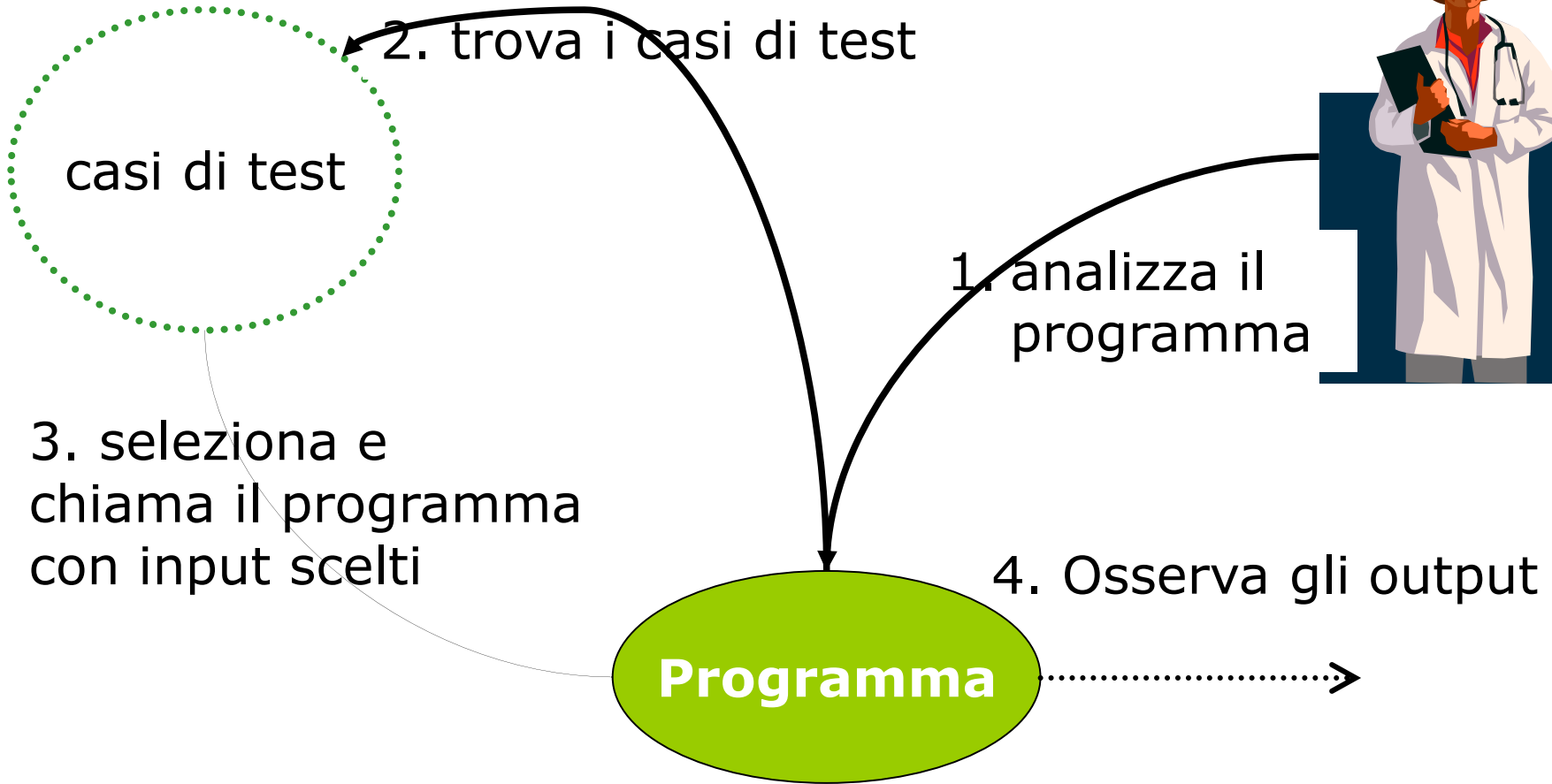
# BlackBox



# Program-Based Testing (1)

- **Passi principali**
  1. esamina la struttura del programma
    - quali i punti critici, le decisioni importanti,...
  2. trova i casi di test (cioè input) che soddisfano un certo criterio di copertura
  3. applica gli input (uno alla volta) e osserva il programma (output)
  4. controlla che non si verifichino errori e che gli output siano quelli attesi

# Program-Based Testing (2)



# Valutazione del program-based testing

- **Vantaggi:**

- il codice è una importante fonte di informazione disponibile e usabile

- **Limitazioni:**

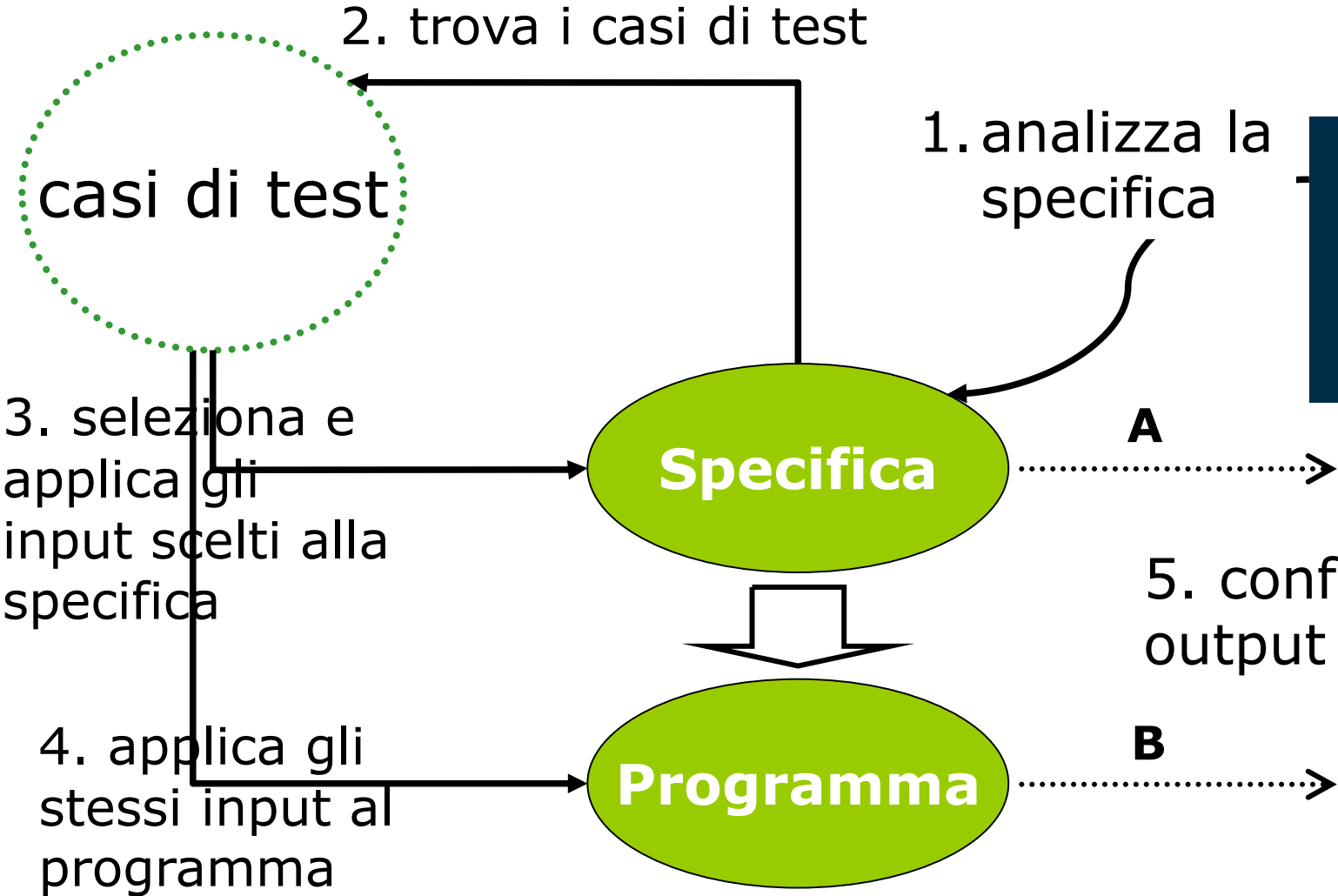
- non riesce a trovare errori di omissione
  - cosa succede se un programma dimentica di gestire un caso particolare?  
Guardando solo la struttura tale caso non verrà mai selezionato come caso di test
- non fornisce “test oracles”
  - come faccio sapere se l’output ottenuto è quello atteso?

**Test oracle:** modo per stabilire se il test ha evidenziato un malfunzionamento oppure no

# Specification-Based Testing (1)

- **Passi principali:**
  1. esamina la specifica dei requisiti del programma
  2. seleziona un insieme di casi di test che soddisfano qualche criterio
  3. applica questi input alla specifica e colleziona gli output **A** (**attesi**)
  4. applica gli **stessi** input al programma e colleziona gli output **B** (**osservati**)
  5. confronta gli output **A** con gli output **B** e controlla che siano uguali

# Specification-Based Testing (2)



# Valutazione del spec.-based testing

- **Principali vantaggi:**
  - la specifica funziona da **oracolo**
- **Principali limiti:**
  - le specifiche potrebbero non essere disponibili
    - potrebbe esserci solo il codice
  - le specifiche devono essere “formali”
    - per generare i casi di test
    - per eseguire i casi di test selezionati per ottenere gli output
  - maggiore sforzo rispetto al program-based test

# In sintesi

- Abbiamo visto:
  - i diversi aspetti da testare nel sw
  - i diversi tipi di test a seconda dell'accessibilità
- Ricordate che:
  - nel white box o program based testing
    - viene analizzato solo il programma
    - si selezionano alcuni input e
    - si osserva il comportamento del programma
  - nel black box testing o specification-based
    - si tiene in considerazione la specifica di un programma
    - per generare i casi di test
    - per calcolare gli output attesi
    - da confrontare con quelli ottenuti applicando gli stessi input al programma

