

Elaborazione digitale di immagini

- Una volta codificata un'immagine con un numero (ovvero, una serie di numeri), possiamo **elaborarla** a nostro piacimento!
- Ovviamente, siamo interessati a elaborazioni che **hanno senso dal punto di vista grafico**
- Nel seguito faremo alcuni esempi; è *indispensabile* la sperimentazione in laboratorio!

Elaborazione digitale di immagini

- Distinguiamo tre famiglie di elaborazioni:
 - **trasformazioni geometriche**
 - **elaborazioni sul colore**
 - **filtri e convoluzioni**
- Ogni elaborazione può essere applicata all'intera immagine o a una parte di essa
 - la **selezione di parti** è di per sé un argomento interessante

Strumenti per l'elaborazione digitale

- In teoria, l'elaborazione digitale di immagini consiste solo di qualche operazione matematica...
- Ma in pratica, i dati in una qualunque immagine sono talmente tanti che è impossibile elaborarla senza usare un programma apposito
- Noi useremo **GIMP** negli esempi e in laboratorio
- Molto diffuso (ma a pagamento) è anche **Photoshop** (in varie incarnazioni)

The GIMP

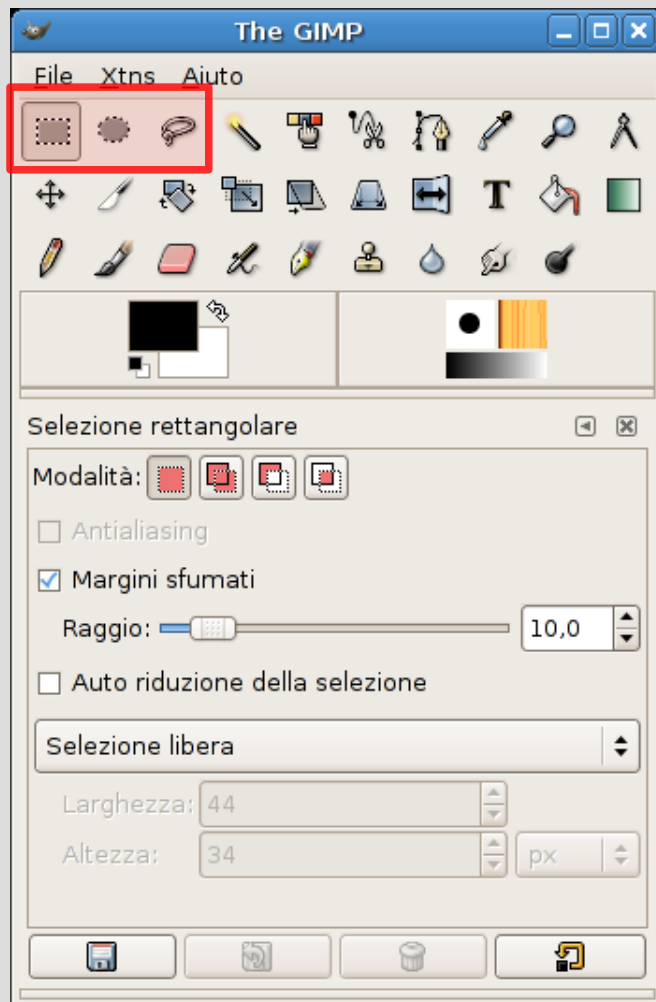
- GIMP: un programma open-source, gratuito, disponibile su tutte le piattaforme, potente quanto le alternative commerciali
- Esiste anche in versione per i film



Selezione di parti di immagine

- Data un'immagine, esistono diversi criteri per selezionare una sua parte
 - criteri geometrici
 - la selezione è la parte di immagine compresa entro certi confini, indicati dall'utente
 - criteri colore
 - la selezione è la parte di immagine il cui colore soddisfa certi criteri, indicati dall'utente
- Altri criteri sono di uso particolare
 - es: la selezione è la regione corrispondente a un testo appena aggiunto all'immagine

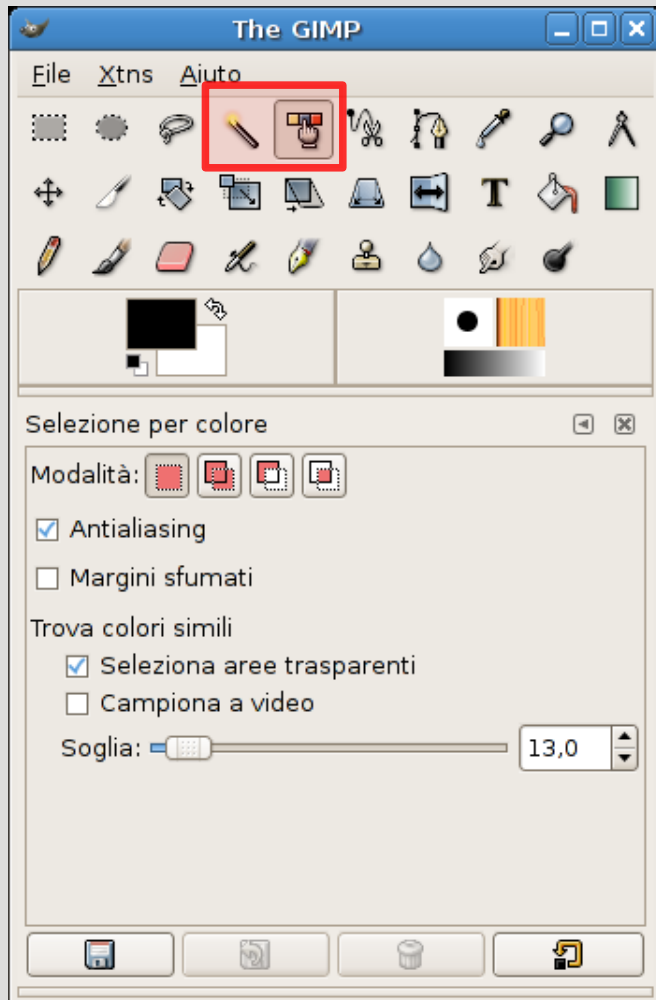
Selezione geometrica



- Rettangolo ed elisse selezionano aree con forma geometrica regolare
- Il “lazo” seleziona un'area di forma irregolare, disegnata a mano dall'utente



Selezione per colore



- La “bacchetta magica” seleziona un'area contigua con colori simili
- La “palette” seleziona tutte le parti dell'immagine con lo stesso colore (o simile)



Selezioni combinate

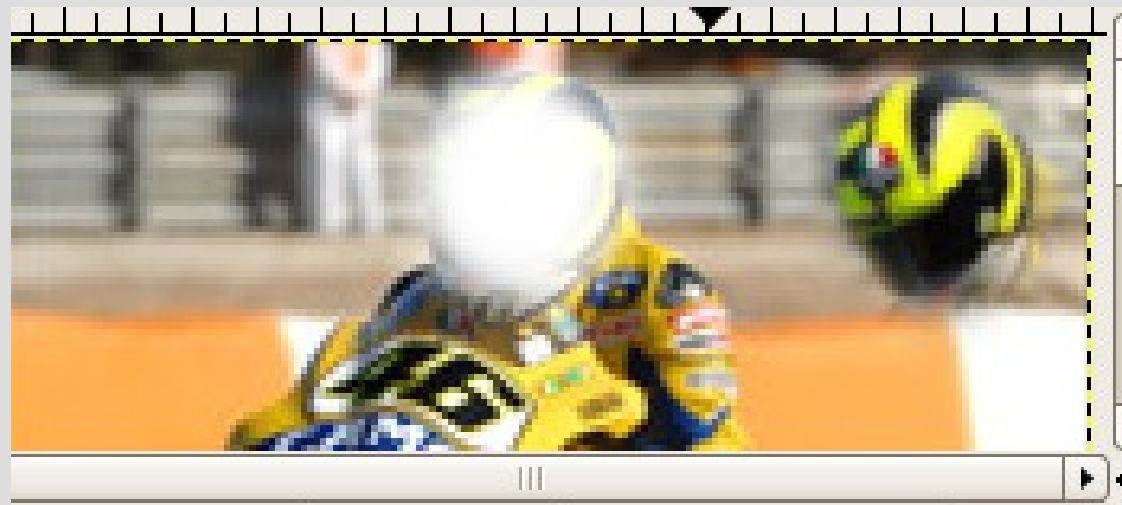
- È poi possibile invertire, unire, rimpiazzare, intersecare selezioni diverse, fino ad ottenere il risultato desiderato
- Esistono funzioni per *allargare* o *restringere* l'area selezionata
 - per includere o escludere i dettagli del bordo
- La selezione può essere salvata e caricata indipendentemente dall'immagine
 - utile per lavorare su più immagini simili

Trasformazioni geometriche

- Le **trasformazioni geometriche** cambiano l'informazione *spaziale* dell'immagine
- Casi tipici:
 - ingrandimenti e riduzioni
 - spostamenti, rotazioni
 - ribaltamenti, riflessioni speculari
 - ritaglio

Trasformazioni geometriche

- Esempio:
 - selezioniamo la testa di Valentino con lo strumento Ellisse e un bordo sfumato
 - lo spostiamo a destra (lasciando un buco)
 - lo ruotiamo di 30° in senso antiorario
 - lo incolliamo nella nuova posizione



Trasformazioni colore

- Le **trasformazioni colore** alterano i colori che compongono l'immagine, senza alterarne l'aspetto geometrico
- Possono essere applicate all'intera immagine (o selezione) oppure separatamente ad ogni *piano colore*
- Si tratta di elaborazioni di natura più “fotografica”

Trasformazioni colore

- Fra le trasformazioni più comuni:
 - **bilanciamento** colore (viraggi e correzione)
 - **tonalità e saturazione** (colori più o meno vivi)
 - colore **dominante** (effetto “seppia”)
 - **luminosità e contrasto** (stile TV)
 - tagli con **valori soglia** (mette a 0 o al massimo certi colori)
 - regolazione dei **livelli e curve colore** (regolazione più fine con ridistribuzione dei colori)
 - **posterizzazione** (riduzione numero colori)
 - **desaturazione** (elimina colori troppo accesi)
 - **inversione** (produce il negativo)
 - **riscalatura** (mappa range di colore su altri range)

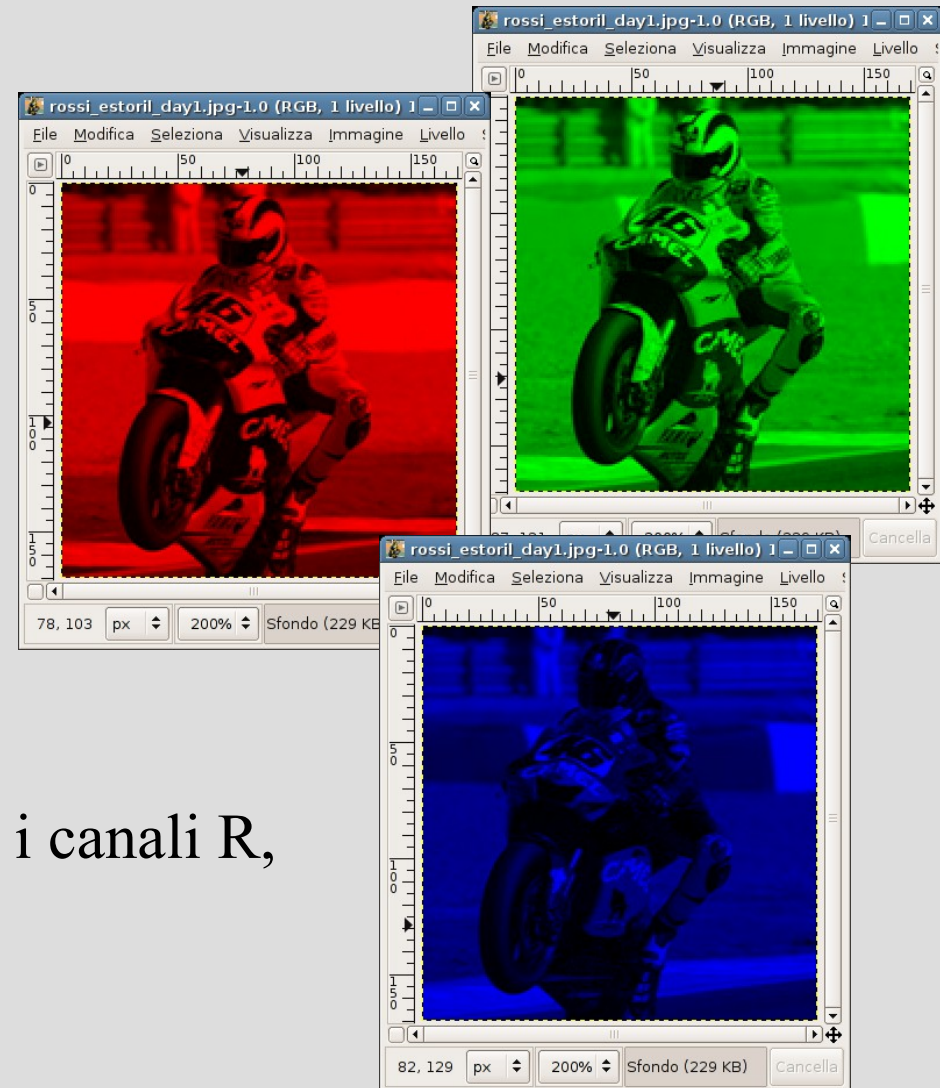
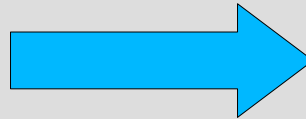
Trasformazioni colore

- I tre concetti fondamentali per capire le trasformazioni colore:
 - **canale**: un piano dell'immagine in organizzazione planare (di solito, R, G, B o C, M, Y, K; eventualmente trasparenza)
 - **istogramma**: conteggio della frequenza dei colori (quanti pixel dell'immagine hanno un dato colore)
 - **mappatura**: funzione matematica, a volte espressa graficamente, che trasforma un valore/colore di ingresso in uno di risultato

Trasformazioni colore

Canali

- Abbiamo già visto il concetto di **canali**

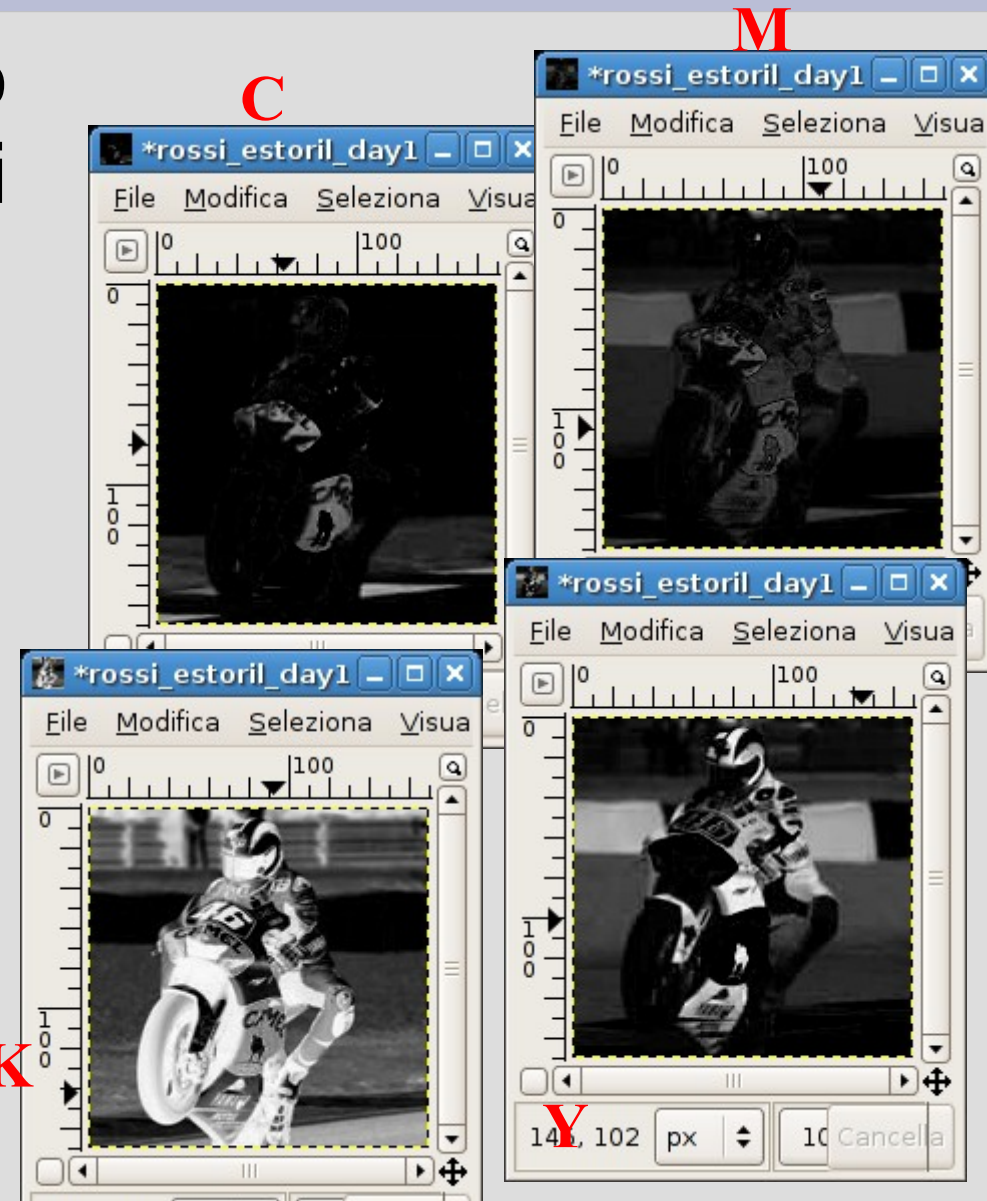
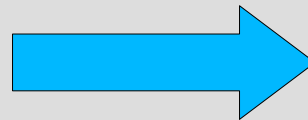


Questi sono i canali R,
G, B

Trasformazioni colore

Canali

- La stessa immagine può essere divisa in canali di diverso tipo:



Questi sono i canali C, M, Y, K

Trasformazioni colore

Canali

- In realtà, ogni canale può essere visto come un'immagine a scala di grigi
 - indipendentemente dal fatto che a volte i programmi “colorino” l'immagine di un canale con il colore a cui il canale si riferisce
- Alcune trasformazioni operano su un solo canale alla volta, oppure su n canali contemporaneamente – trattandoli però come n immagini distinte in scala di grigi
- Ogni pixel di un canale ha un'intensità
 - 0%-100%, ovvero 0.0-1.0, ovvero 0-255, ...

Trasformazioni colore

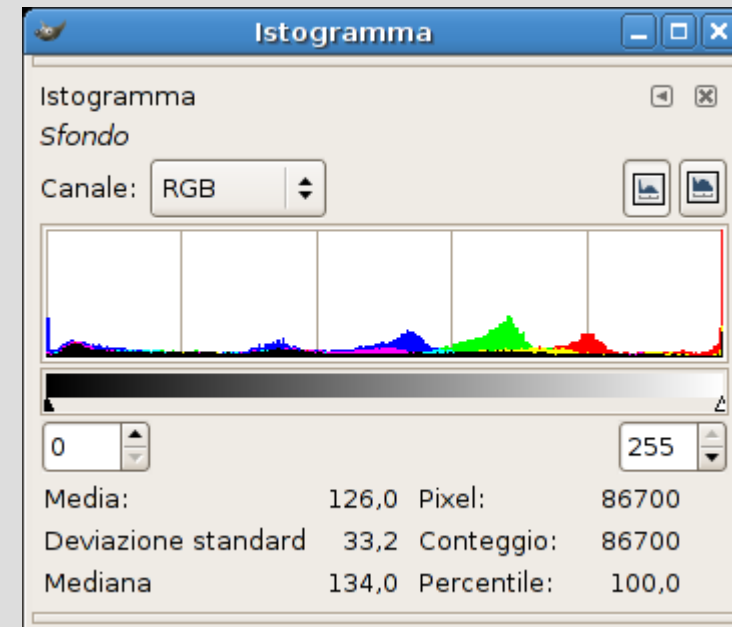
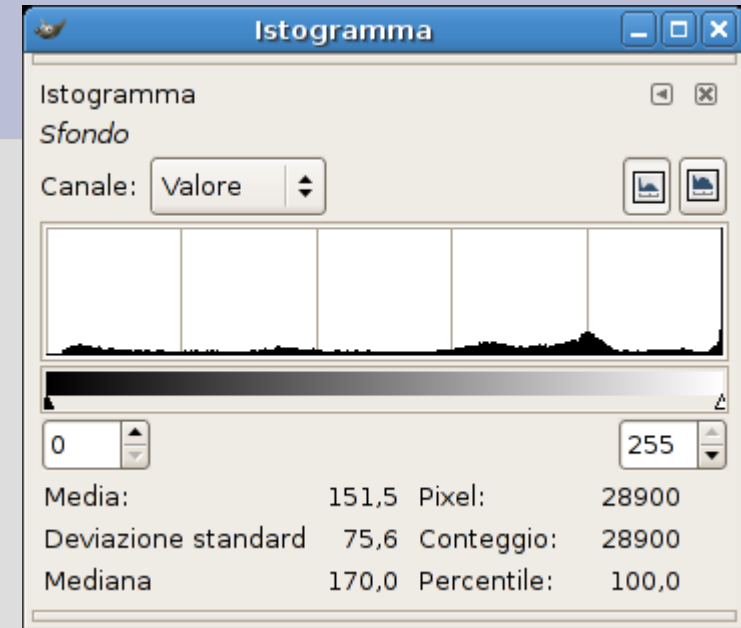
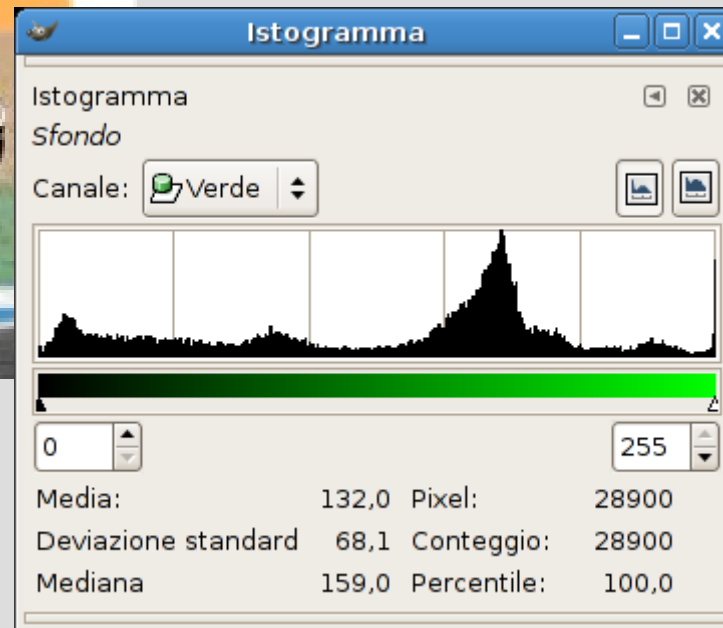
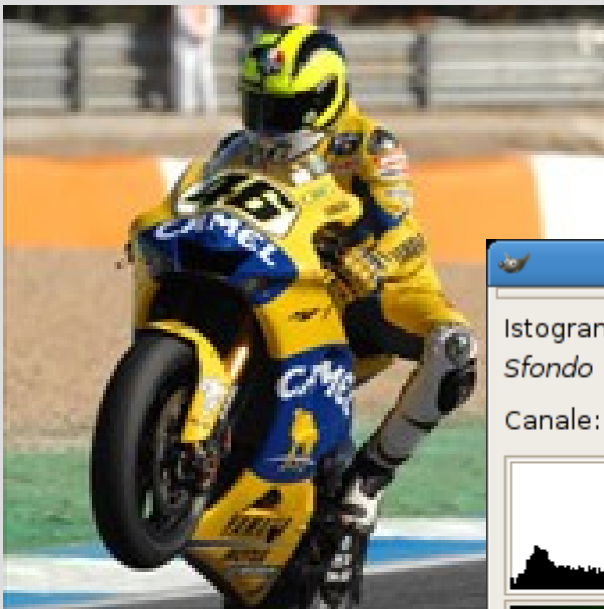
Istogramma

- **L'istogramma colore** mostra visualmente la distribuzione dell'intensità all'interno di un canale
 - Asse x: intensità del “colore”
 - Asse y: percentuale dell'immagine coperta da quel “colore”
- Tipicamente, si guarda o modifica un istogramma alla volta...
- ... ma è anche possibile manipolare più istogrammi in contemporanea

Trasformazioni colore

Istogramma

- Esempio:



Trasformazioni colore

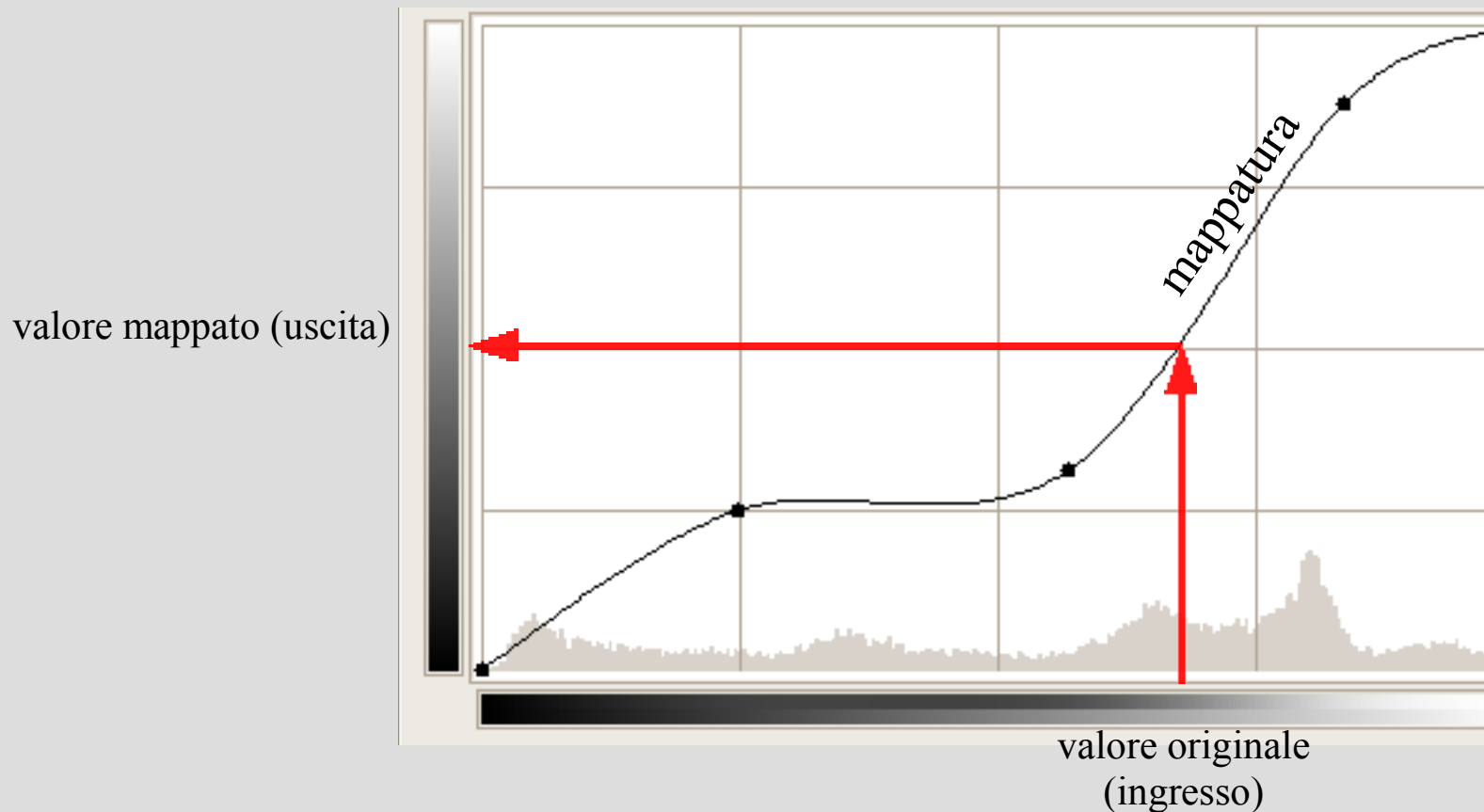
Mappatura

- Una **mappatura** è una funzione matematica arbitraria, che trasforma un valore di intensità (ingresso) in un'altro (uscita)
 - Entrambi i valori devono essere nel *range* delle intensità (0%-100% o codifiche varie)
- Esempi:
 - $m(x) = x$ lascia tutto come sta
 - $m(x) = 1-x$ inverte i valori
 - $m(x) = x/2$ dimezza tutte le intensità

Trasformazioni colore

Mappatura

- Spesso una mappatura è espressa graficamente tramite una curva:

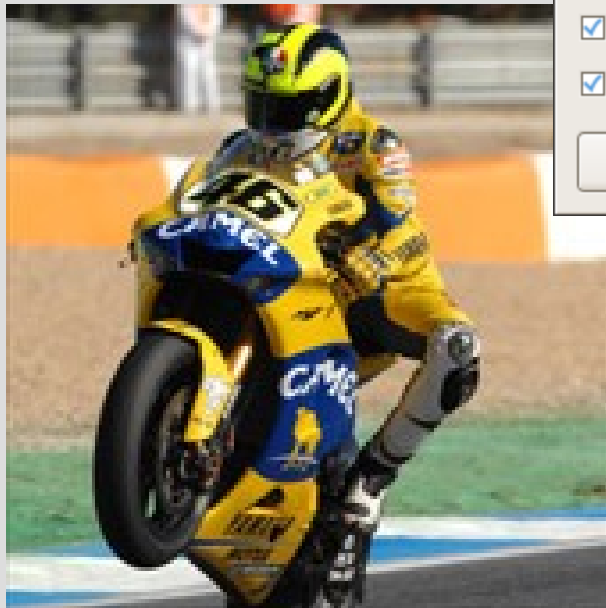


Bilanciamento

- Il **bilanciamento** consiste nell'effettuare una mappatura su tutti i piani colore per cambiare le **dominanti colore**
- In altre parole, si aumentano o diminuiscono i rossi, i verdi o i blu dell'immagine, in maniera uniforme
 - +rosso = -ciano -rosso = +ciano
 - +verde = -magenta -verde = +magenta
 - +blu = -giallo -blu = +giallo

Bilanciamento

- Esempio:



Tonalità e saturazione

- Simile al bilanciamento, ma si può applicare a un solo *colore primario* alla volta anziché a tutta l'immagine
- Del colore selezionato possiamo regolare separatamente **tonalità, luminosità e saturazione**

Tonalità e saturazione

- Esempio: schiariamo e sbiadiamo i gialli

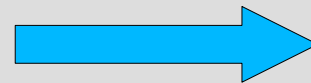
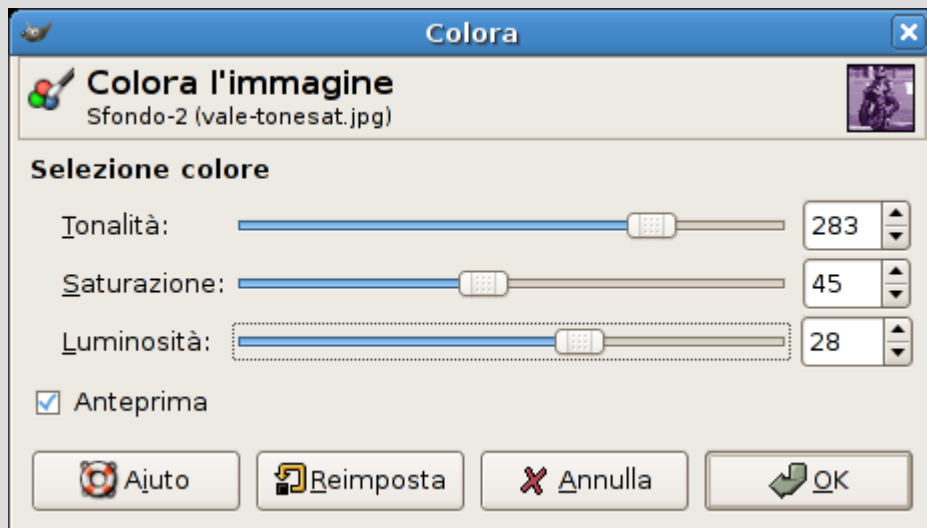


Colore dominante

- Questa trasformazione riduce l'immagine ai soli valori (praticamente, a scala di grigi), impostando tutti i canali secondo una tonalità, luminosità e saturazione data
- Si applica all'intera immagine
- Notare che l'immagine rimane **strutturalmente** a pieni colori – semplicemente, i colori usati la rendono simile a una a scala di grigi

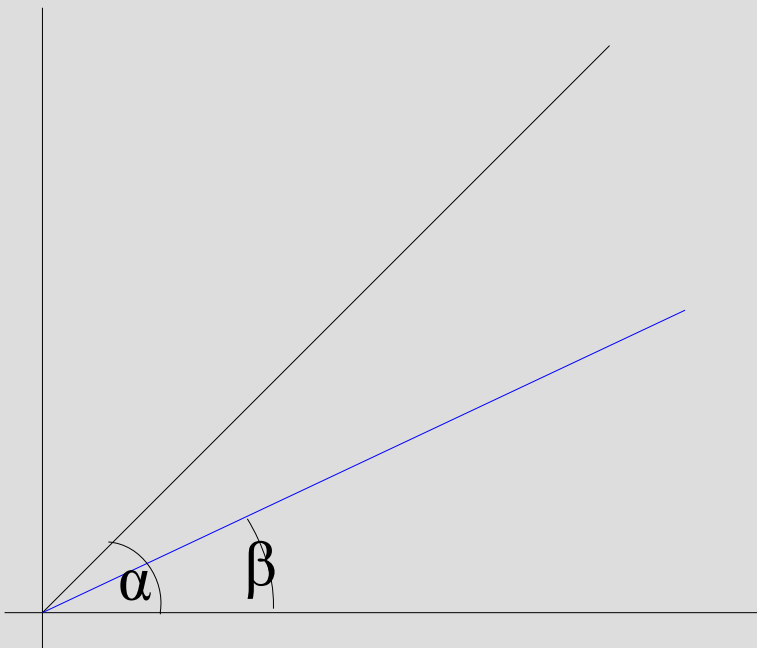
Colore dominante

- Esempio: cambiamo la tonalità (aggiungendo una dominante blu/violetta), la saturazione e la luminosità per simulare una vecchia foto Kodak, ormai quasi sbiadita:

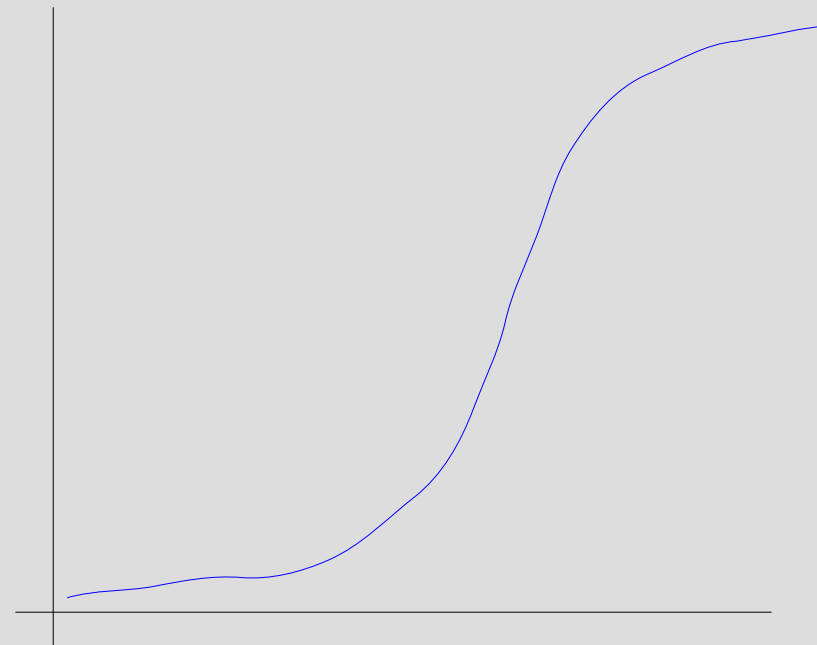


Luminosità e contrasto

- Queste due trasformazioni funzionano come gli analoghi controlli sulle TV



- La luminosità cambia l'angolo di una mappatura retta



- Il contrasto cambia la forma di una mappatura a "S" (ripidità della parte centrale)

Luminosità e contrasto

- Esempio:



Luminosità e contrasto



Valori soglia

- Abbiamo già discusso l'effetto dei valori soglia nella conversione da scala di grigi a bianco e nero
- Si applica lo stesso metodo a immagini a colori (in base al canale di luminanza)
- È anche possibile applicare due soglie per effetti più complessi
 - tagli e negativi insieme

Valori soglia

- Esempio:



Bianco

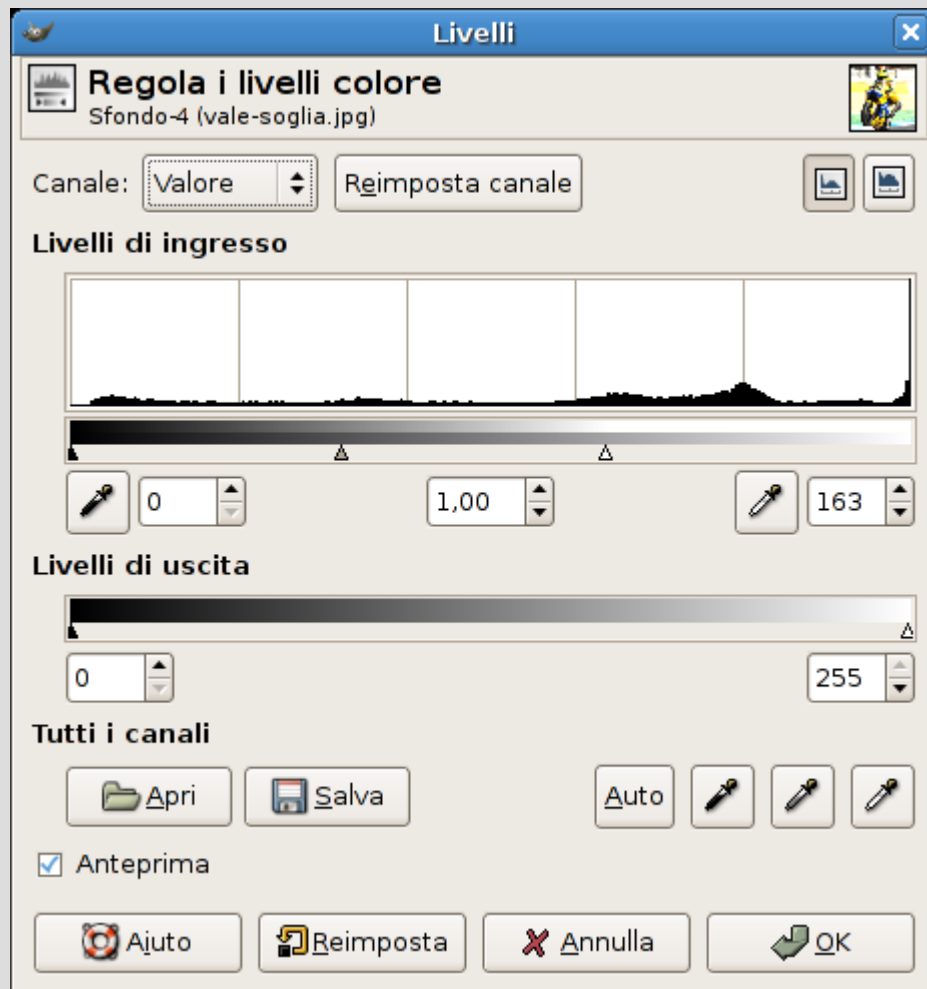
Nero

luminosità

Livelli e curve colore

- Queste trasformazioni permettono di adottare una mappatura arbitraria su canali arbitrari
- Sono quelle che danno la massima libertà, ma richiedono anche una comprensione del meccanismo usato
- Adatte a elaborazioni più fini

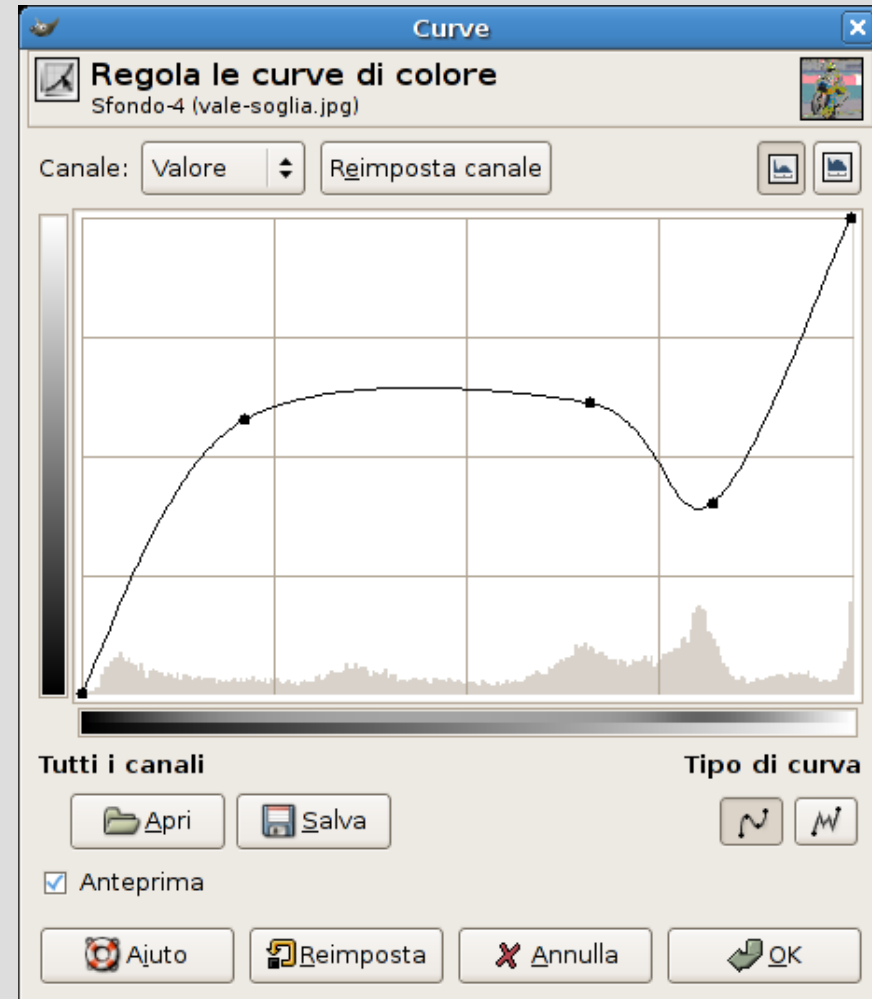
Livelli e curve colore



- La regolazione dei **livelli** consente di esprimere mappature sull'istogramma di un canale
 - Si regolano il valore minimo, il medio e il massimo
 - I valori intermedi si distribuiscono di conseguenza

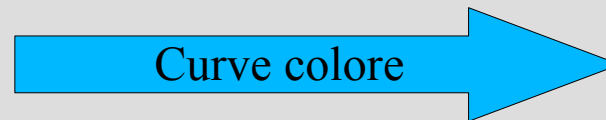
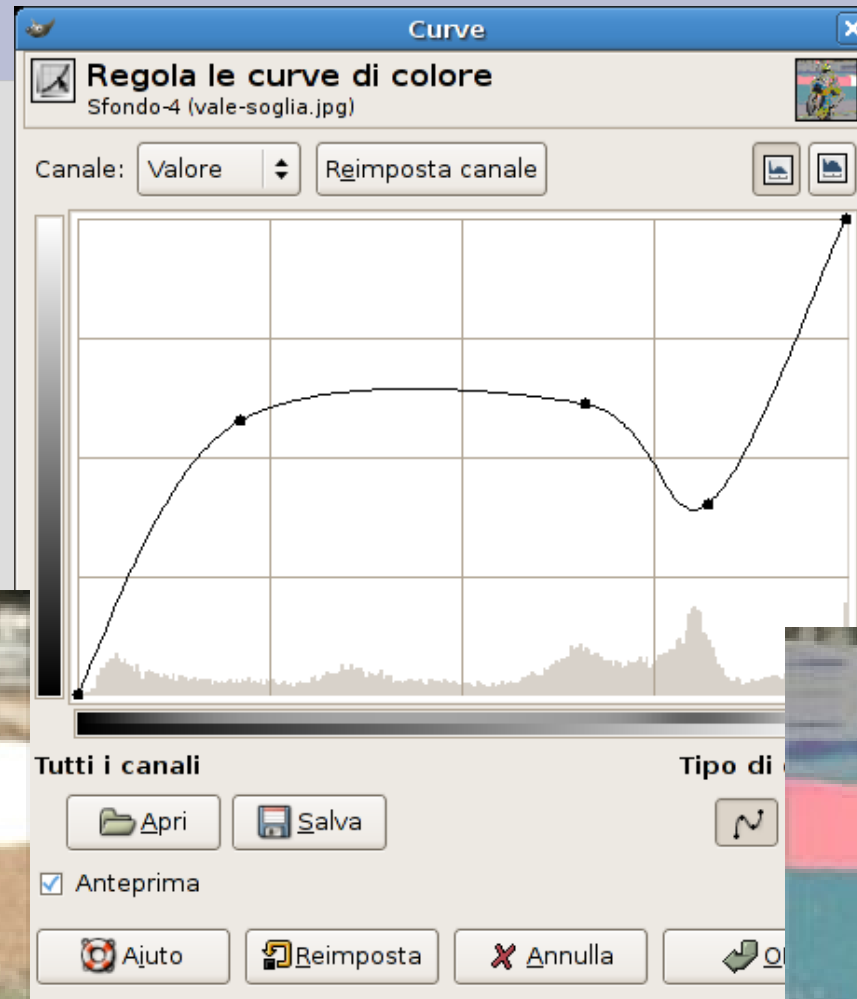
Livelli e curve colore

- Le **curve colore** consentono di disegnare a mano una mappatura arbitraria
- È possibile definire solo alcuni punti e lasciare che gli altri valori si adattino, oppure disegnare a mano l'intera curva



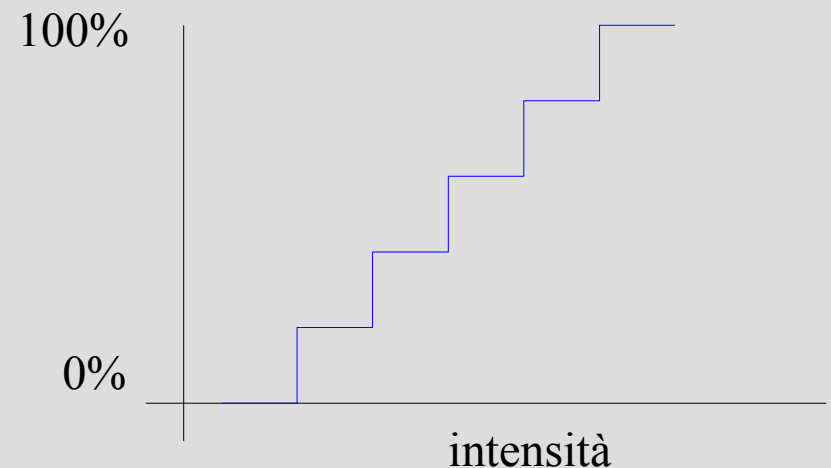
Livelli e curve colore

- Esempio:



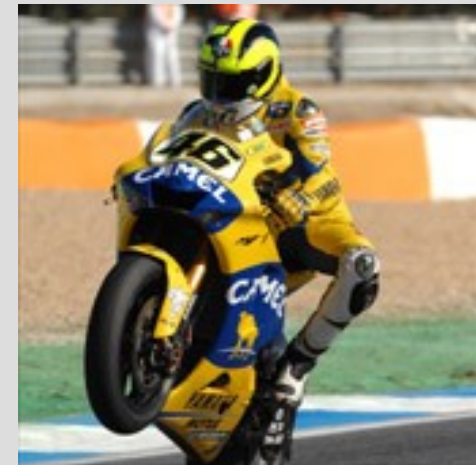
Posterizzazione

- La **posterizzazione** consiste nella riduzione del numero di colori
 - più precisamente, riduce il numero di **valori distinti** presenti in uno o più canali
- L'effetto è parametrizzato dal *livello di posterizzazione* che controlla quanti colori devono rimanere
- Corrisponde a una mappatura *a gradini*
 - il livello influenza il numero e la dimensione dei gradini



Posterizzazione

- Esempio:



Originale



livello=10



livello=5



livello=3



livello=2

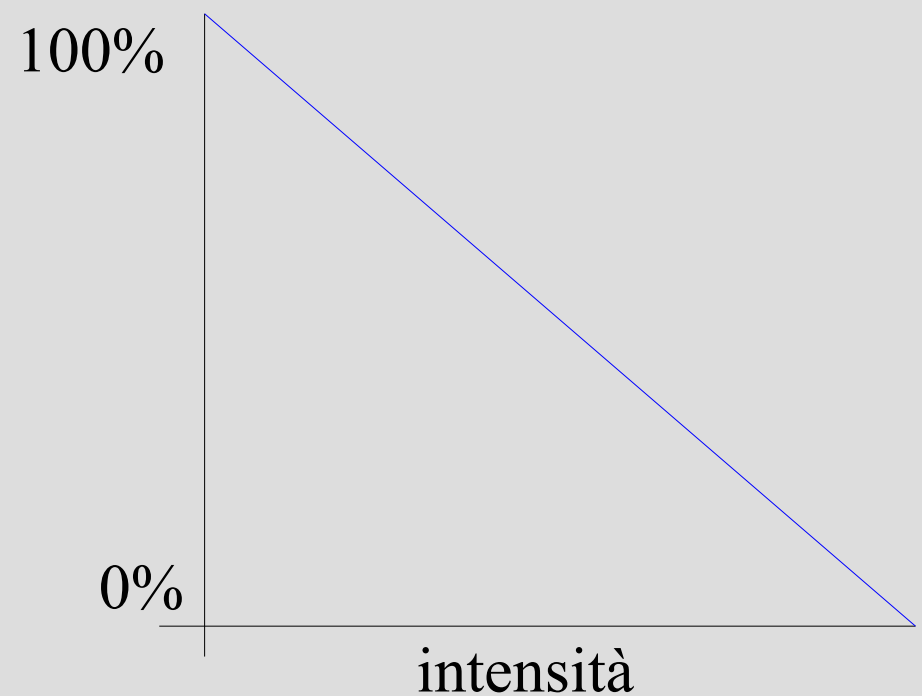


Desaturazione

- La **desaturazione** consiste nell'azzerare il canale della saturazione
- In pratica, tutti i colori diventano grigi
- Notare che l'immagine rimane **strutturalmente** a pieni colori – semplicemente, i colori usati la rendono simile a una a scala di grigi
 - comportamento analogo ad altre trasformazioni

Inversione

- L'**inversione** si limita a fare il “negativo” del canale o dei canali indicati
- Corrisponde a una mappatura a 45° invertita



Inversione

- Esempio: negativo di un'immagine a colori
- Esempio: negativo di un'immagine in scala di grigi



Riscalatura

- Una serie di operazioni effettuano **riscalature**, ovvero mappature su vari piani che espandono o contraggono la **gamma cromatica**
- Si tratta in genere di operazioni automatiche o semi-automatiche, con pochi parametri
- Adatte ad usi particolari (per esempio, regolazione dei colori nelle foto, o adattamento ad usi televisivi)

Riscalatura

- Fra le operazioni di riscalatura citiamo:
 - **Equalizzazione**
 - **Bilanciamento del bianco**
 - **Accentuazione colori**
 - **Aggiustamento contrasto**
 - **Aggiustamento HSV**
 - **Normalizzazione**