

Progetto Elaborazione delle Immagini

Magazzù Giuseppe

Magazzù Gaetano

Introduzione al problema

Data una scatola di cioccolatini stabilire se è conforme o non conforme rispetto a un criterio di conformità.

Una scatola non è conforme se:

- Mancano dei cioccolatini
- I cioccolatini sono in posizione non corretta
- Mancano i bollini sui cioccolatini (soltanto i ferrero rocher)
- Ci sono degli elementi estranei nella scatola

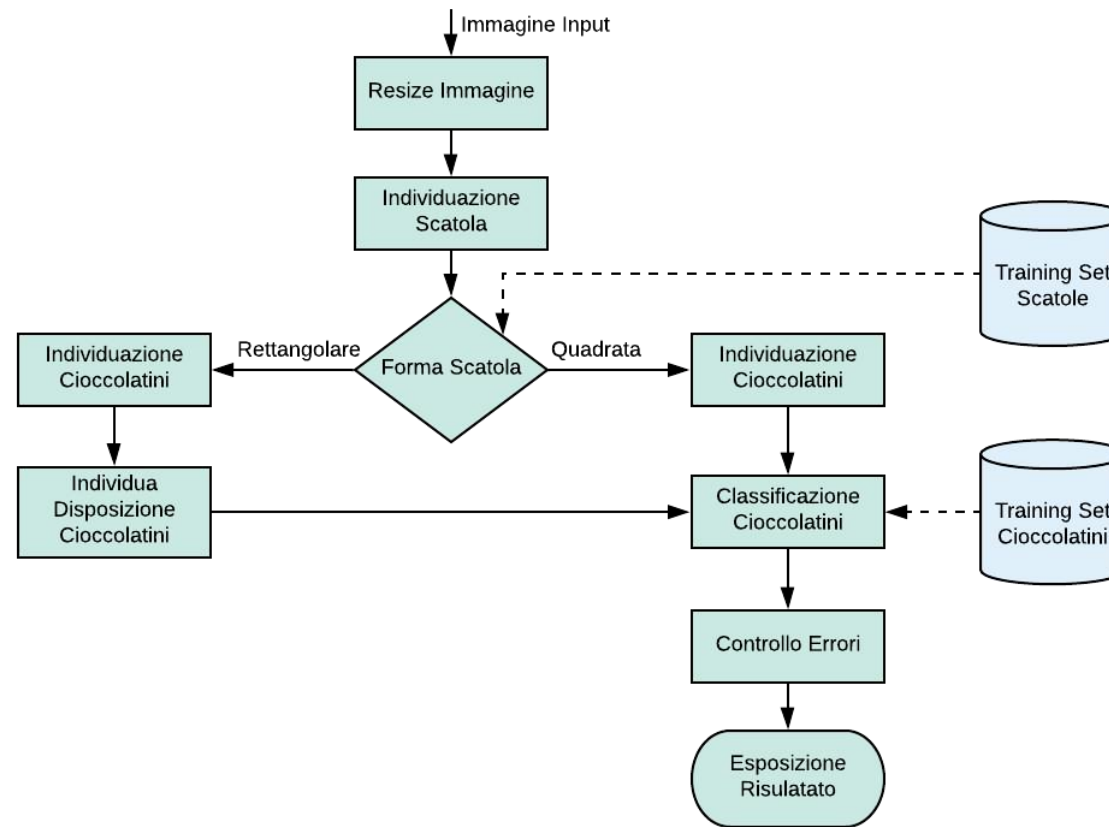
Descrizione e analisi dei dati

- Illuminazione e rotazione delle scatola variabile
- Shear non eccessivo
- Scala immagini costante
- Scala oggetti variabile
- Nessun rumore significativo presente
- Nessun orientamento privilegiato
- Bilanciamento conformità (40 conformi, 20 non conformi)
- Bilanciamento forma (37 rettangolari, 27 quadrate)

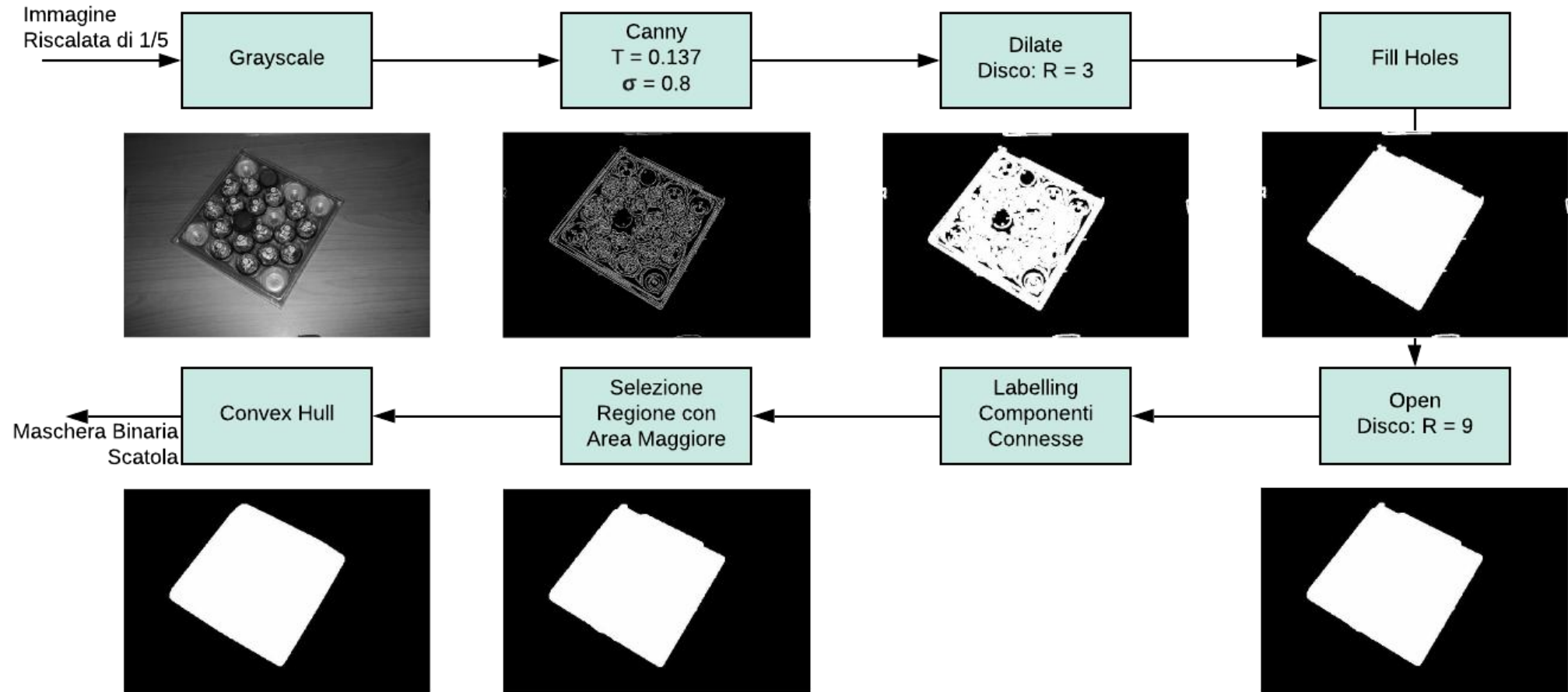
Assunzioni

- La scatola deve sempre essere presente
- Scatola con grandezza, luminosità, e prospettiva simile
- Scatola con forma tra quelle presenti nel dataset (rettangolari, quadrate)
- Nessun rumore significativo presente
- Numero di cioccolatini per scatola conforme pari a 24
 - (12 ferrero rocher 6 noir 6 raffaello) se rettangolare
 - (24 ferrero rocher) se quadrata
- La scatola è l'oggetto più grande nella scena
- Non ci sono oggetti attaccati alla scatola
- Buon contrasto tra i cioccolatini e la scatola
- Controllare solo i bollini dei ferrero rocher (i bollini di altri cioccolatini non sono considerati)

Funzionamento Generale



Individuazione Scatola

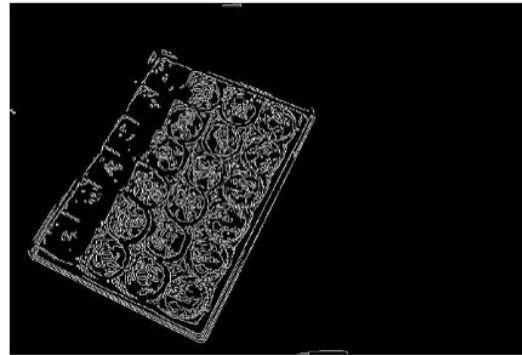


Soglia Canny

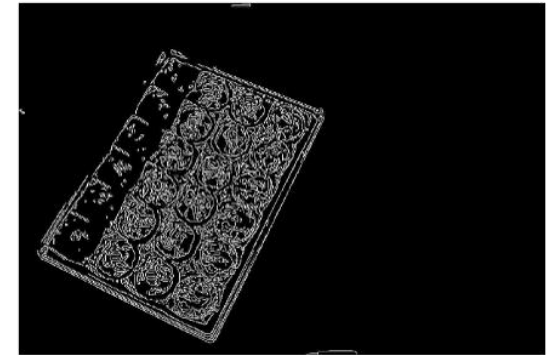
$T = 0.09$



$T = 0.137$



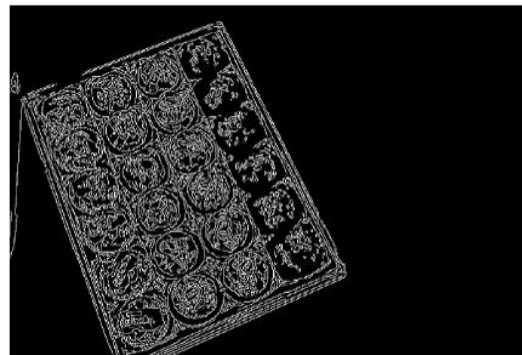
$T = 0.17$



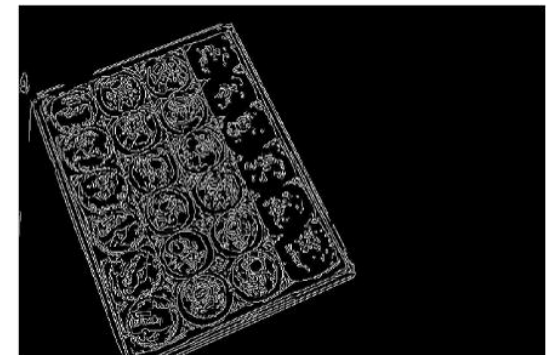
$T = 0.09$



$T = 0.137$

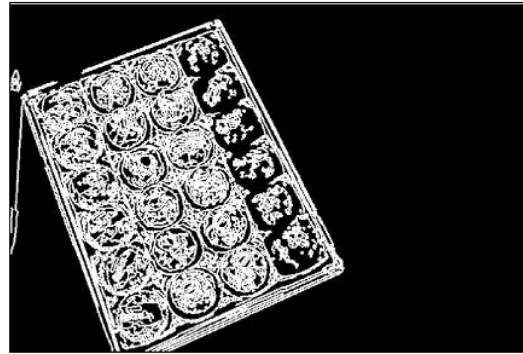


$T = 0.17$

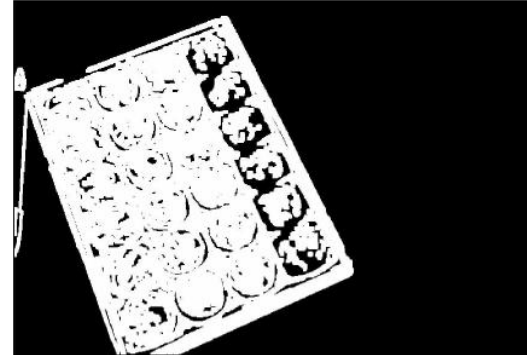


Morfologia

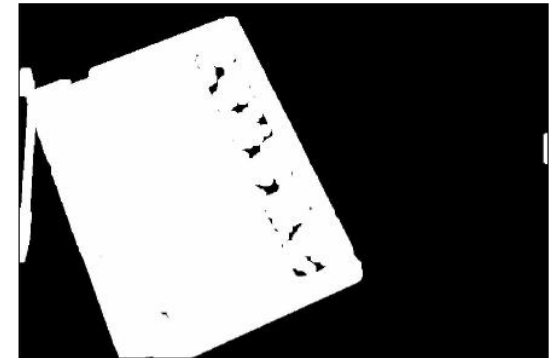
Dilate con disco 1



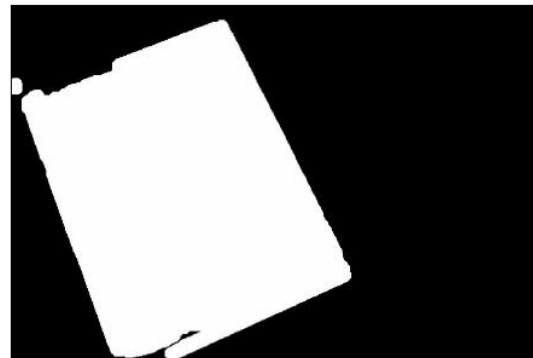
Dilate con disco 3



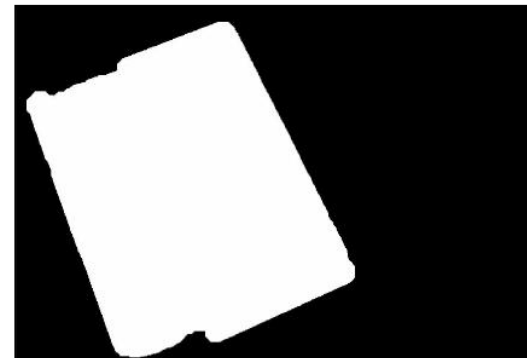
Dilate con disco 7



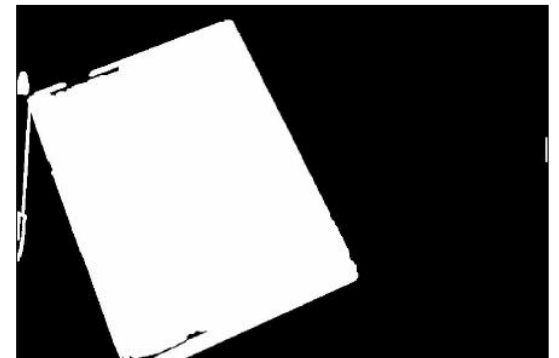
Open con disco 1



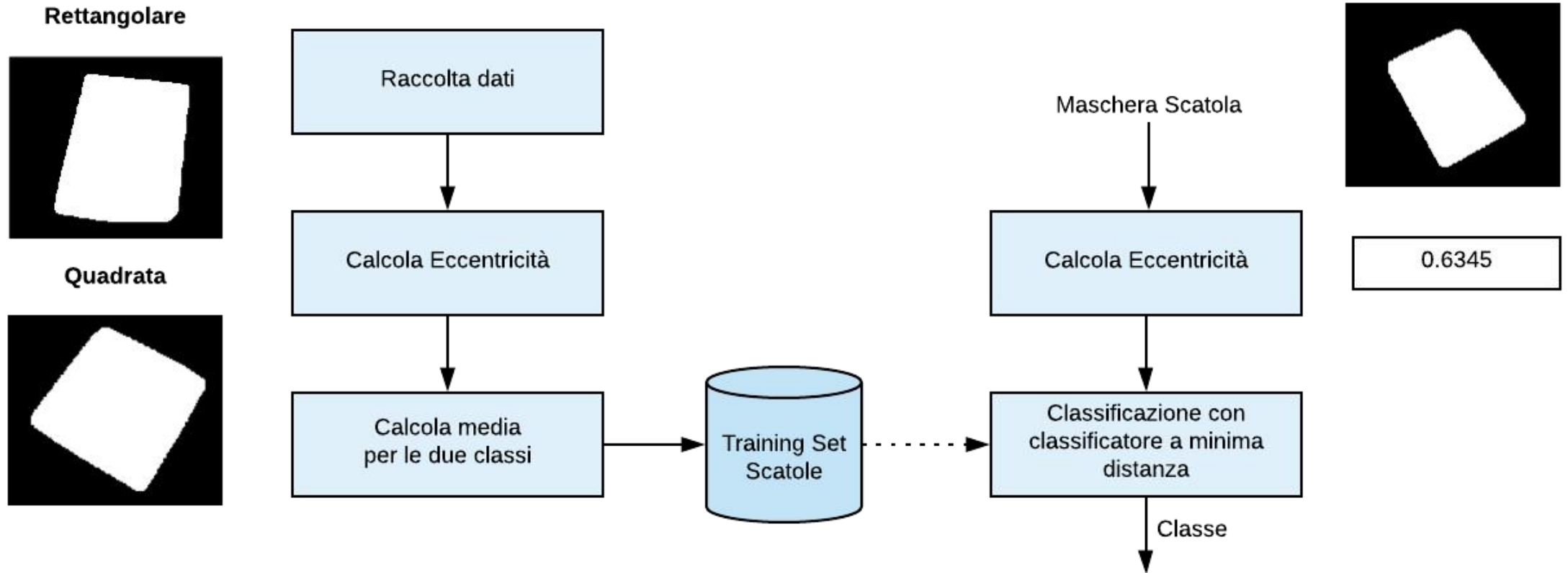
Open con disco 9



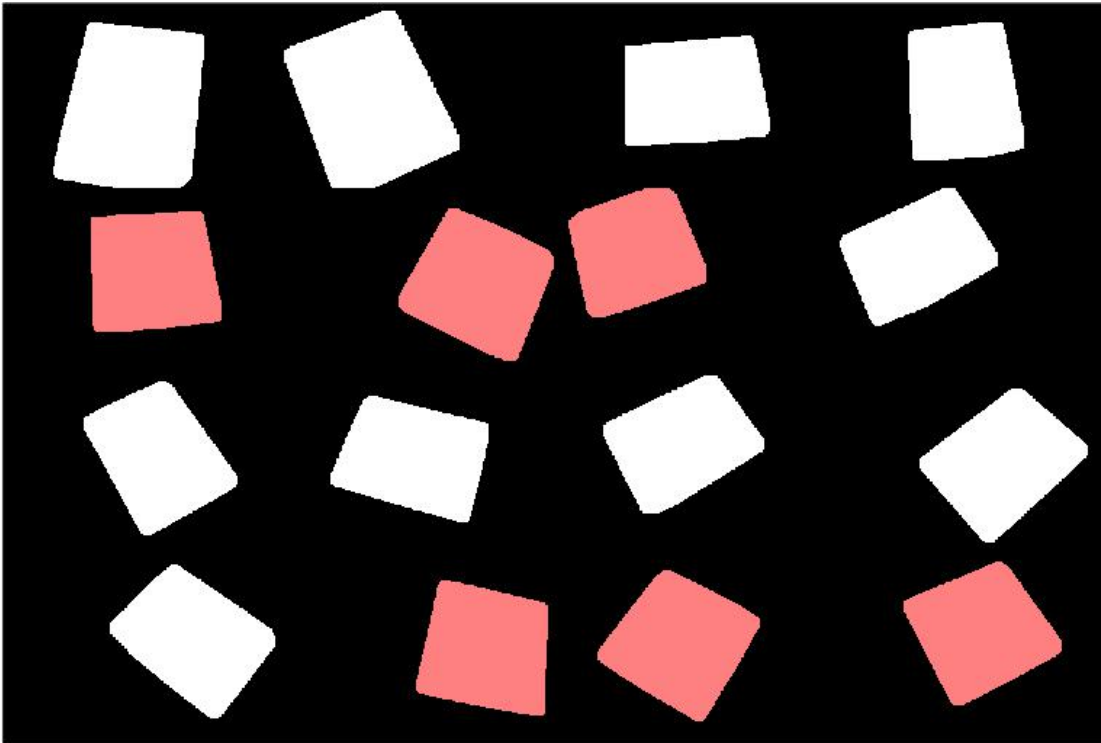
Open con disco 15



Riconoscimento Forma

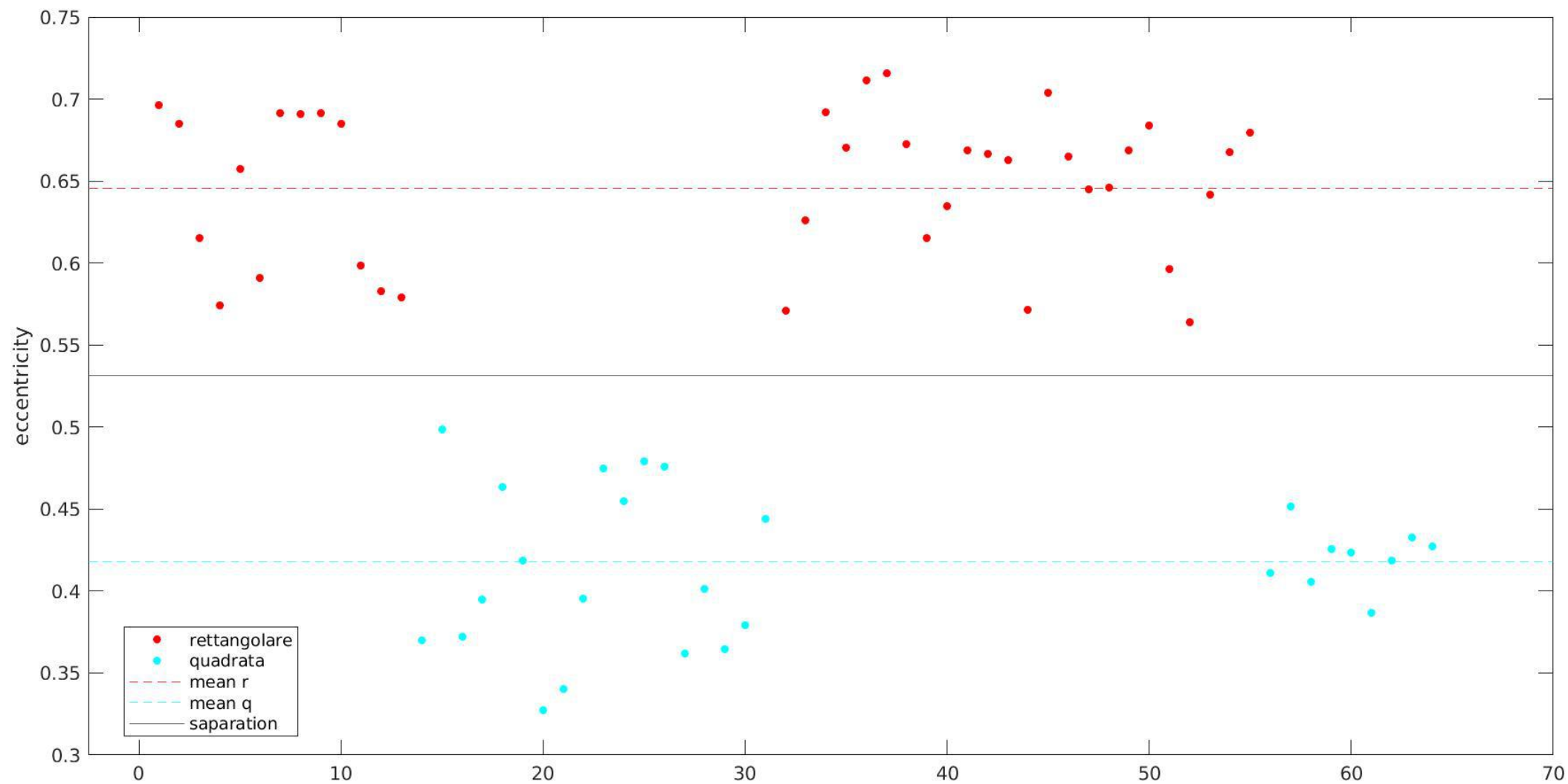


Riconoscimento Forma



	1 area	2 perimeter	3 compactness	4 circularity	5 eccentricity
1	153914	1.5312e+03	0.8250	0.8250	0.6154
2	151775	1.5050e+03	0.8421	0.8421	0.5907
3	104236	1.2704e+03	0.8116	0.8116	0.6916
4	102848	1.2511e+03	0.8256	0.8256	0.5987
5	103597	1.2505e+03	0.8325	0.8325	0.3698
6	109700	1.2713e+03	0.8529	0.8529	0.3723
7	93287	1.1727e+03	0.8524	0.8524	0.4440
8	96101	1.2137e+03	0.8198	0.8198	0.7113
9	100658	1.2388e+03	0.8243	0.8243	0.6345
10	101544	1.2653e+03	0.7970	0.7970	0.7036
11	97949	1.2135e+03	0.8359	0.8359	0.6837
12	104331	1.2694e+03	0.8137	0.8137	0.6414
13	103924	1.2595e+03	0.8232	0.8232	0.6794
14	103361	1.2622e+03	0.8153	0.8153	0.4237
15	104405	1.2491e+03	0.8409	0.8409	0.3865
16	99966	1.2234e+03	0.8393	0.8393	0.4324

Riconoscimento Forma - Classificatore a minima distanza

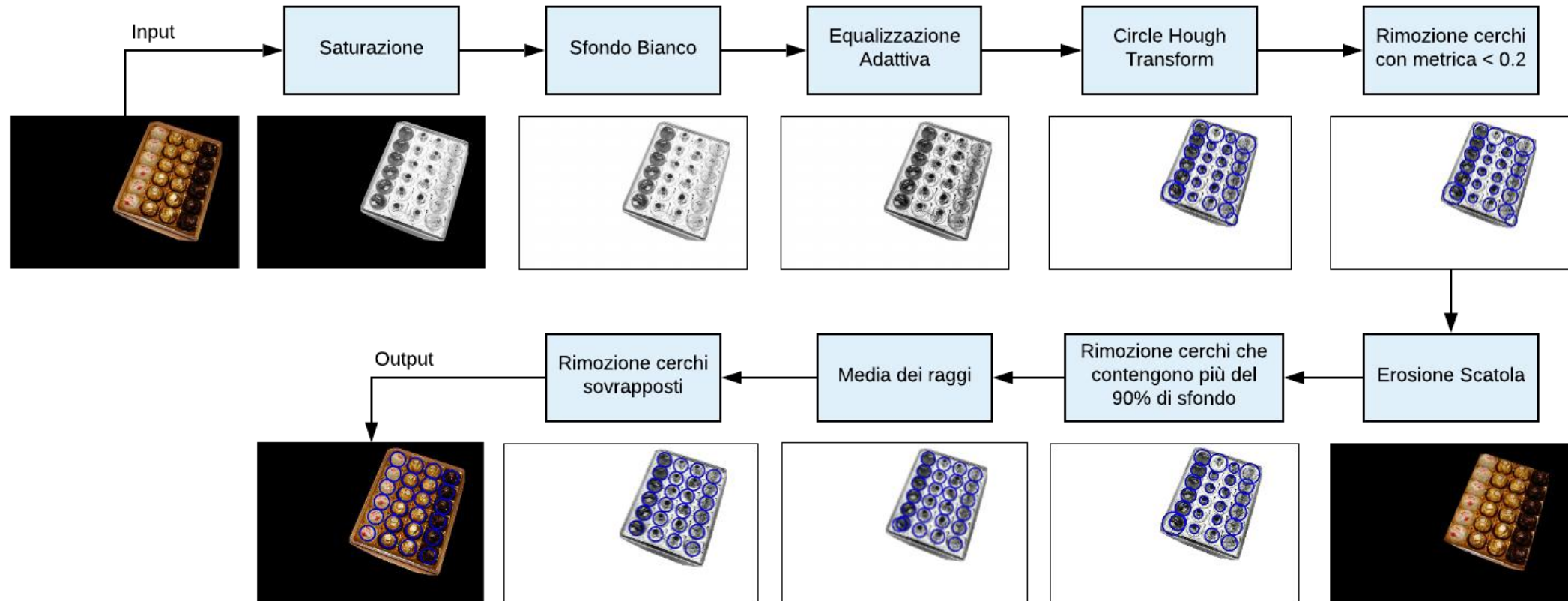


Matrici di confusione

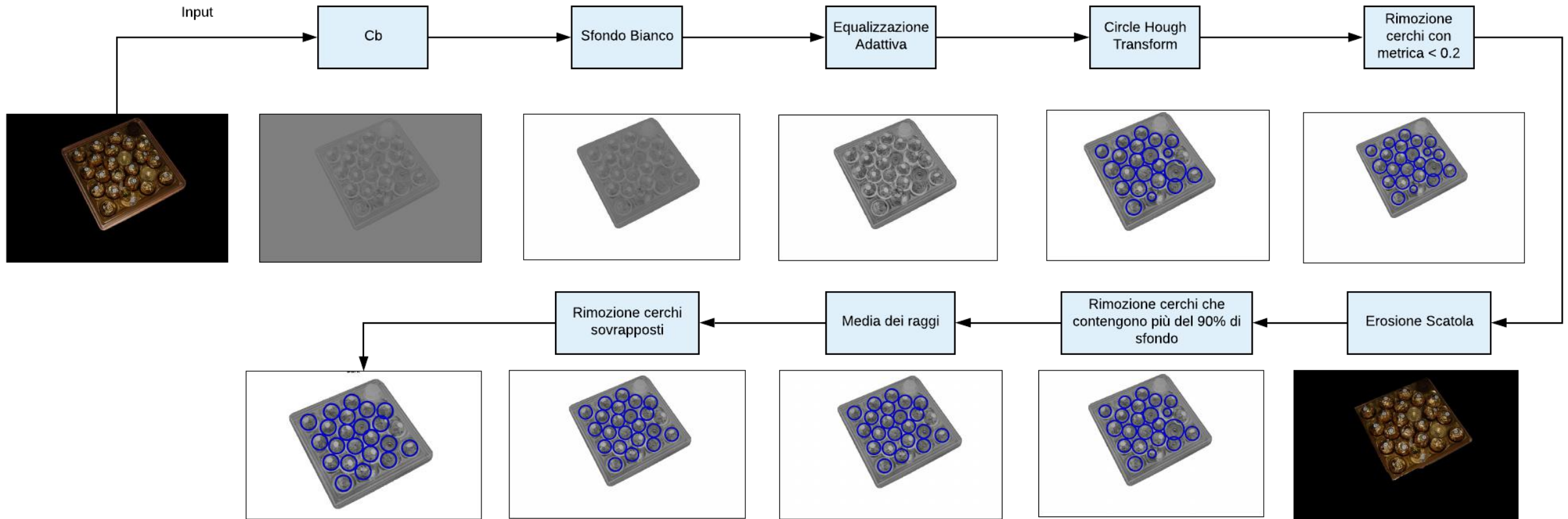
TRAIN	Quadrata	Rettangolare
Quadrata	22	0
Rettangolare	0	30

TEST	Quadrata	Rettangolare
Quadrata	5	0
Rettangolare	0	7

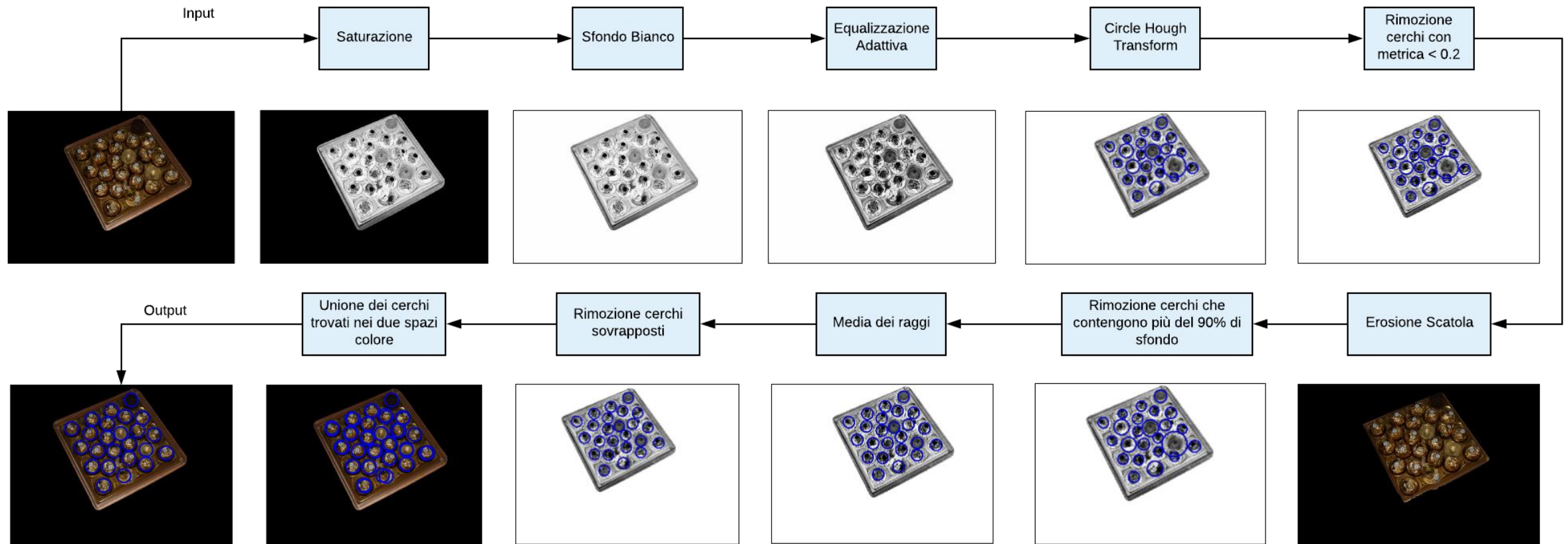
Individuazione Cioccolatini – Scatole Rettangolari



Individuazione Cioccolatini – Scatole Quadrate



Individuazione Cioccolatini – Scatole Quadrate



Individuazione Cioccolatini - Raggi

$$R_{min} = R_{max} / 3$$

$$R_{max} = \text{MinorAxisLength} / 8$$



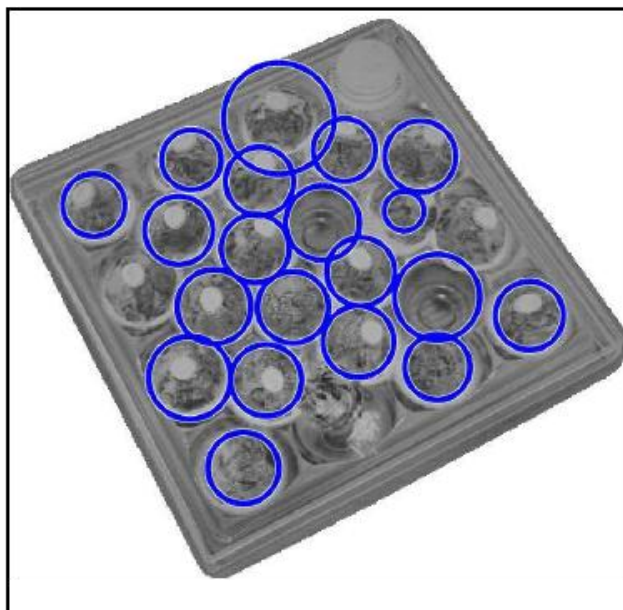
$$R_{min} = R_{max} / 3$$

$$R_{max} = \text{MinorAxisLength} / 7.25$$

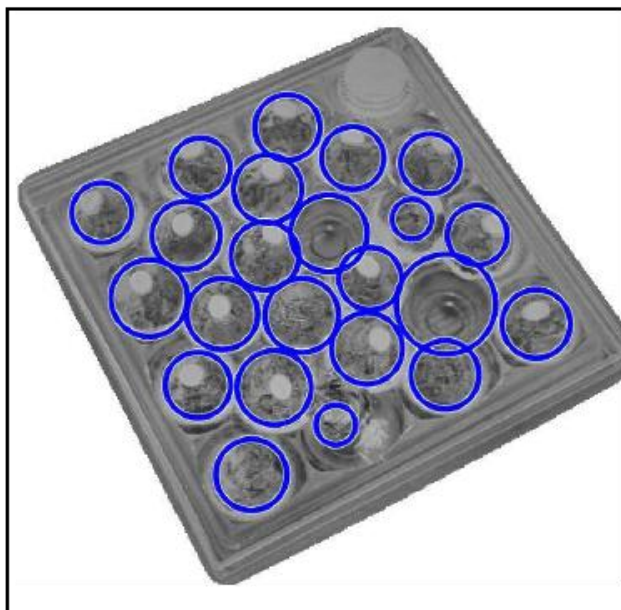


Circle Hough Transform - Sensitività

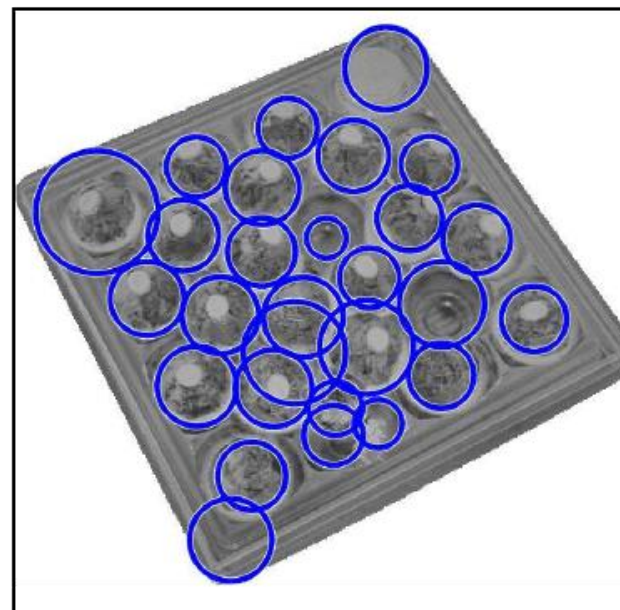
0.82



0.85

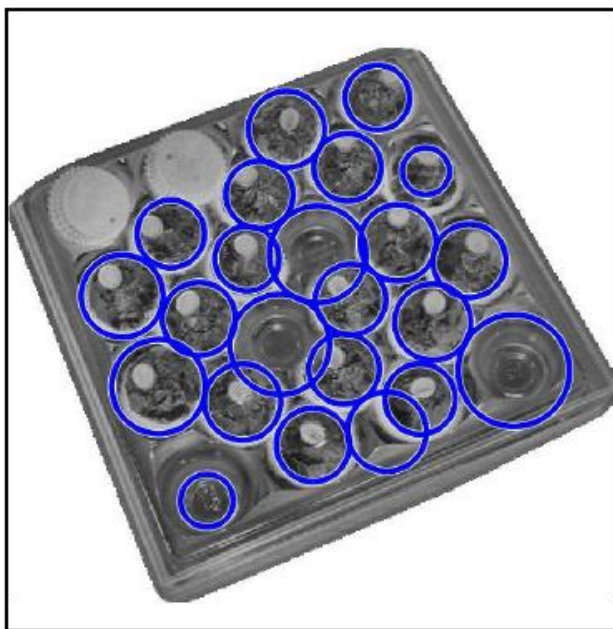


0.92

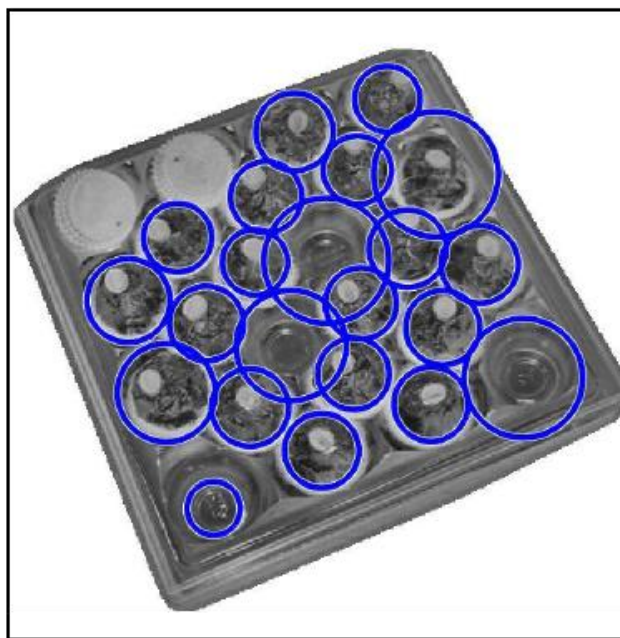


Circle Hough Transform - Edge Threshold

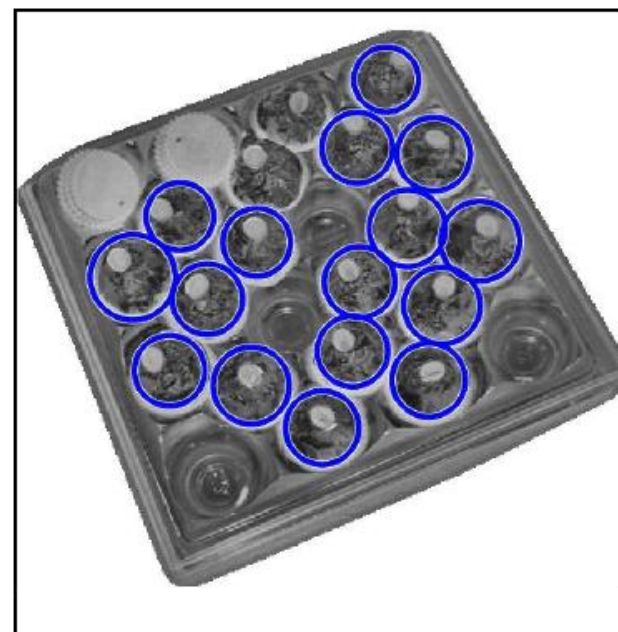
0.05



0.1

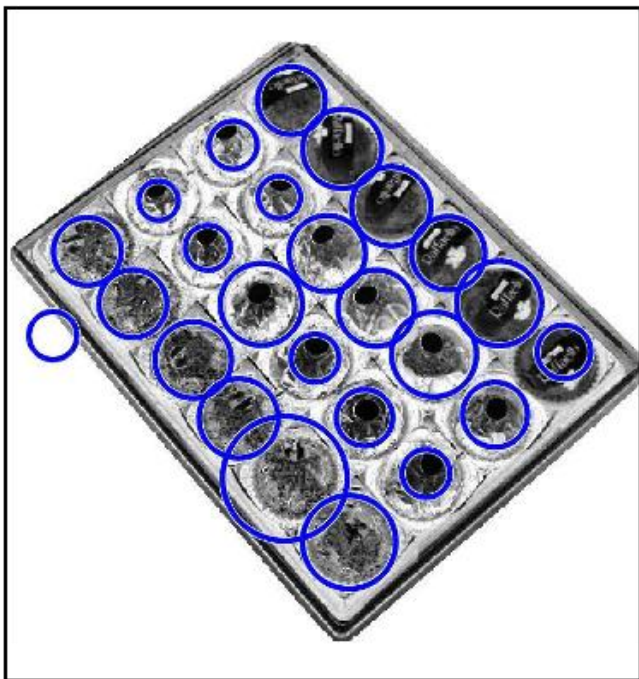


0.18



Circle Hough Transform - Metriche

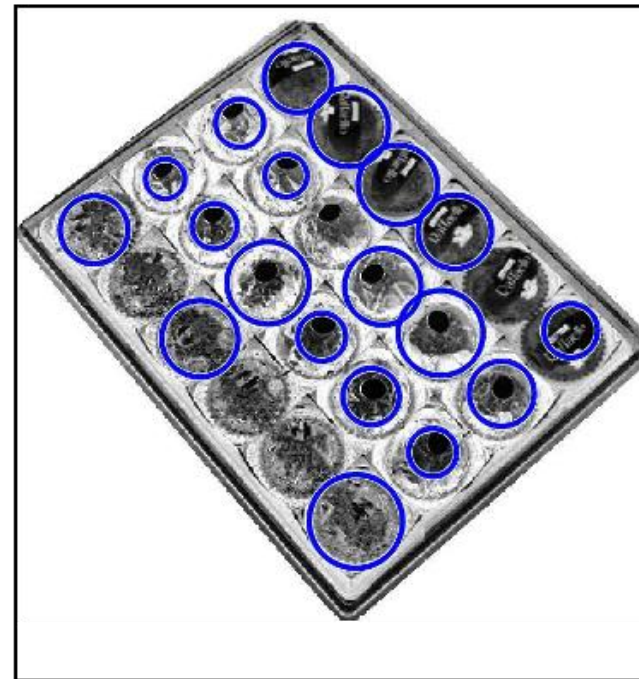
0.1



0.2



0.4

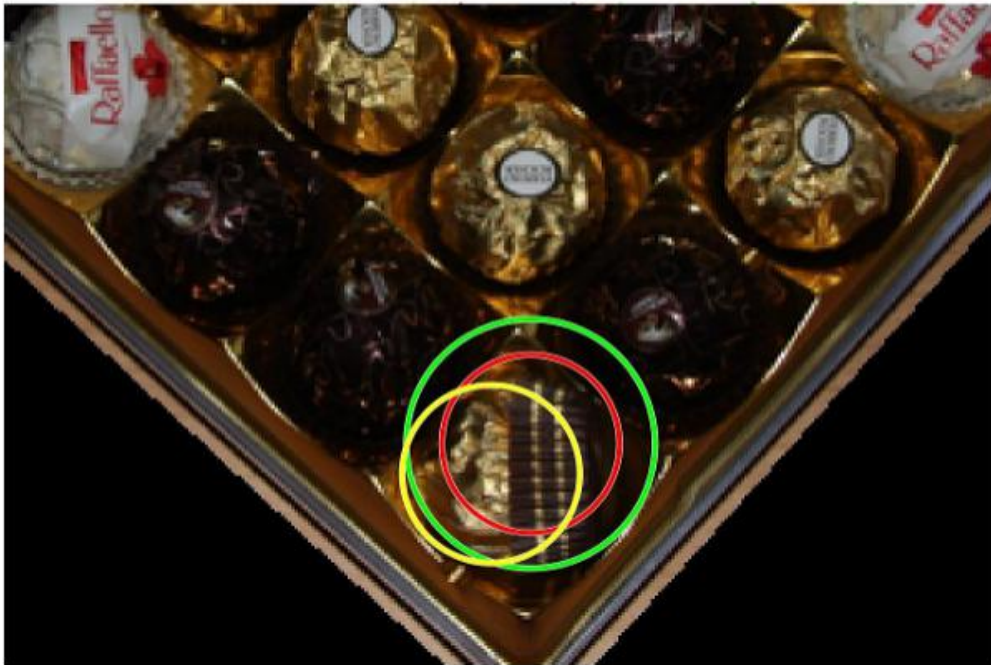


Overlap

A = cerchio rosso
B = cerchio giallo

Rettangolare

$\text{Distanza}(A, B) < 2 * \text{Raggio} * 0.7$



C = cerchio verde
Zona di overlap

Quadrata

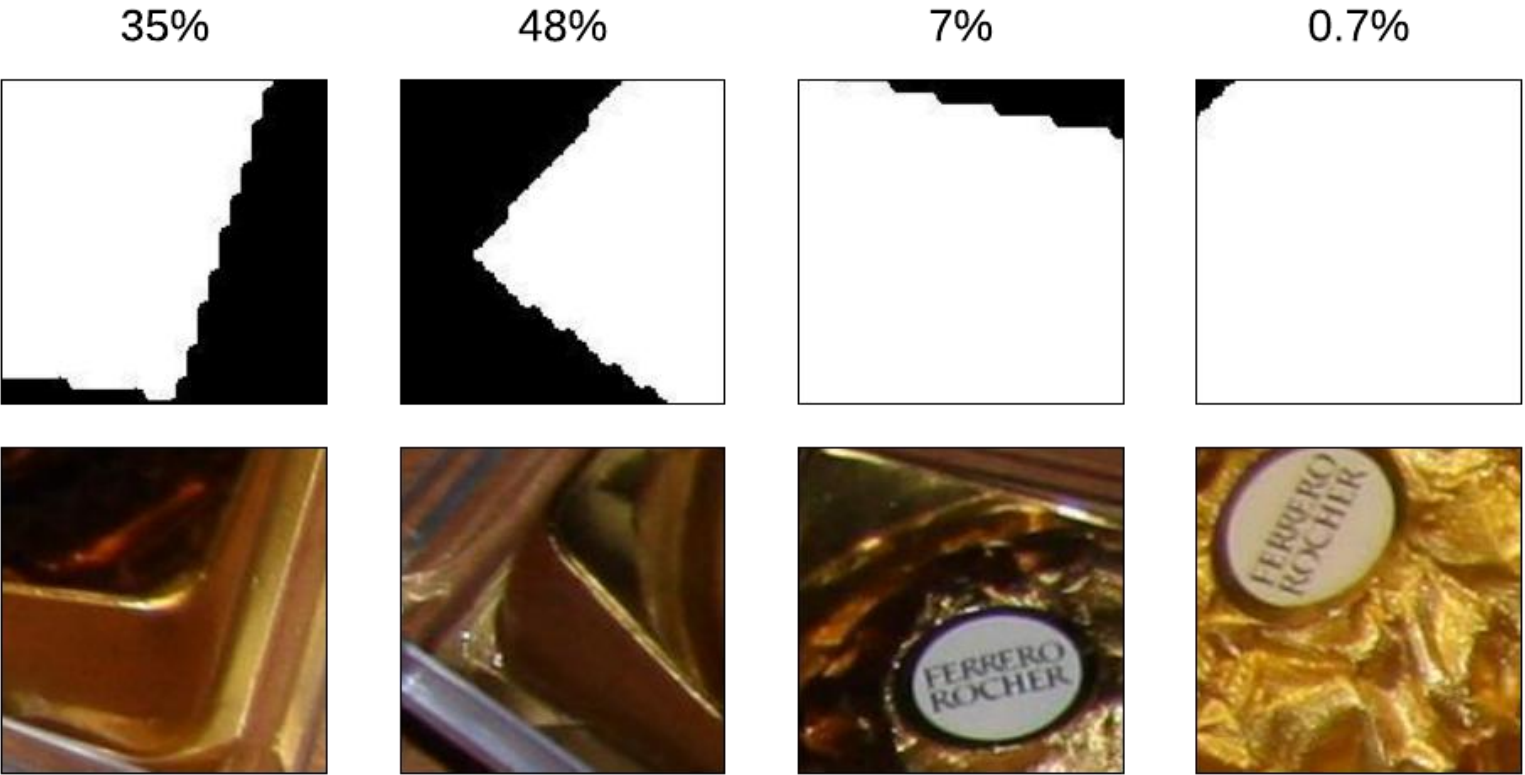
$\text{Distanza}(A, B) < 2 * \text{Raggio} * 0.45$



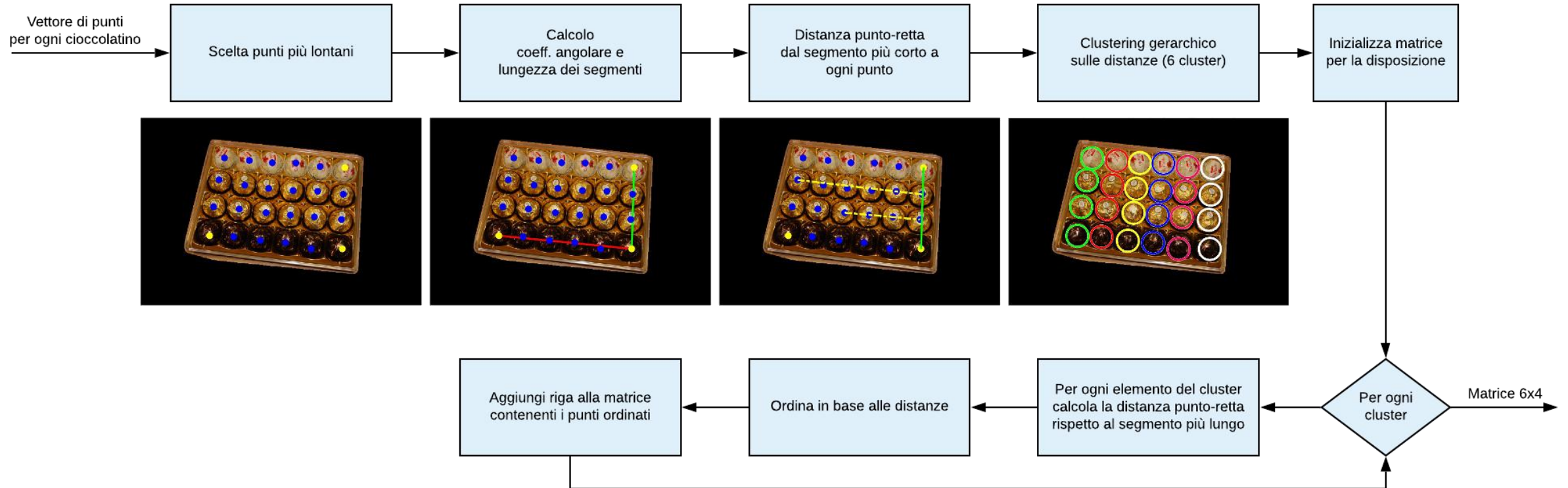
Rimozione cerchi sullo sfondo

Rigetto = > 15%

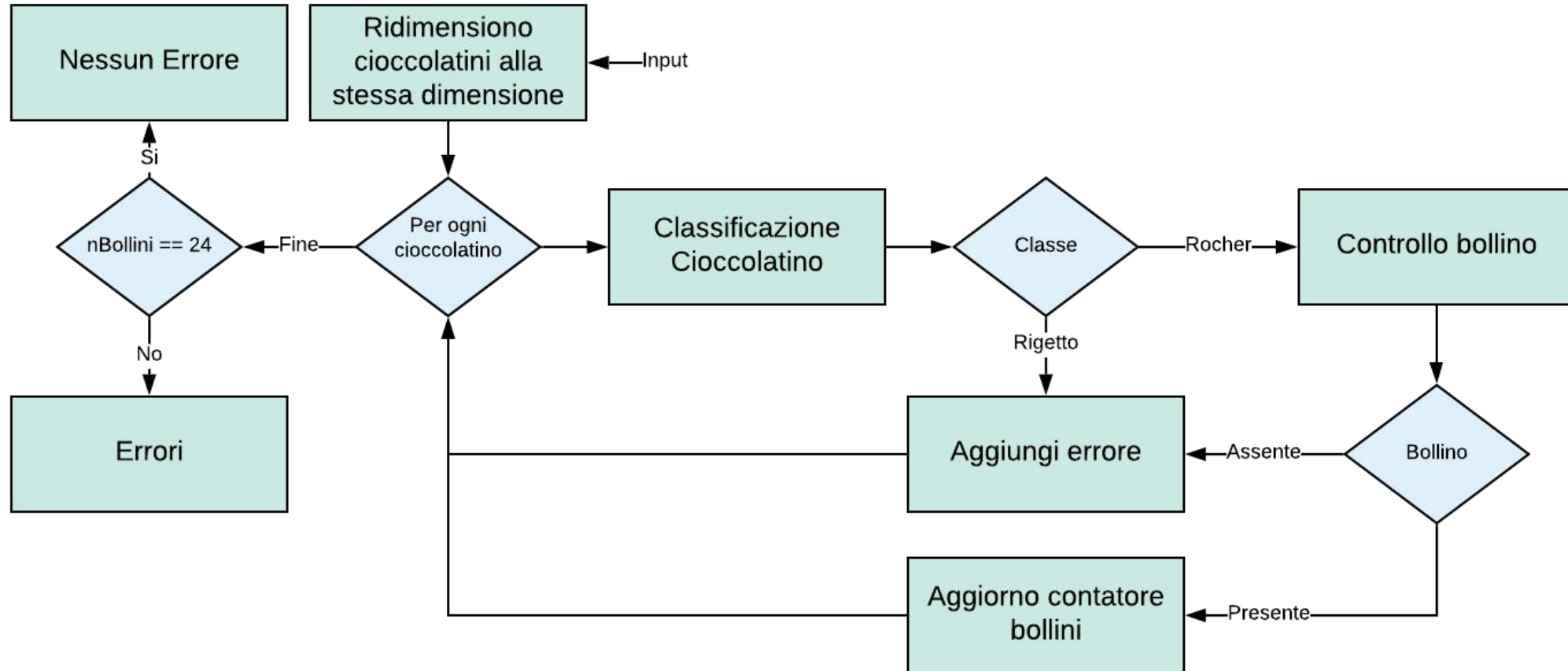
Ciocolatino	Rigetto
0.02%	22.3%
0.1%	22.8%
0.3%	27.2%
0.57%	34.7%
0.74%	35.1%
0.97%	38.6%
1.92%	38.8%
3%	45.8%
5%	48.1%
7%	48.3%
12.2%	51.1%



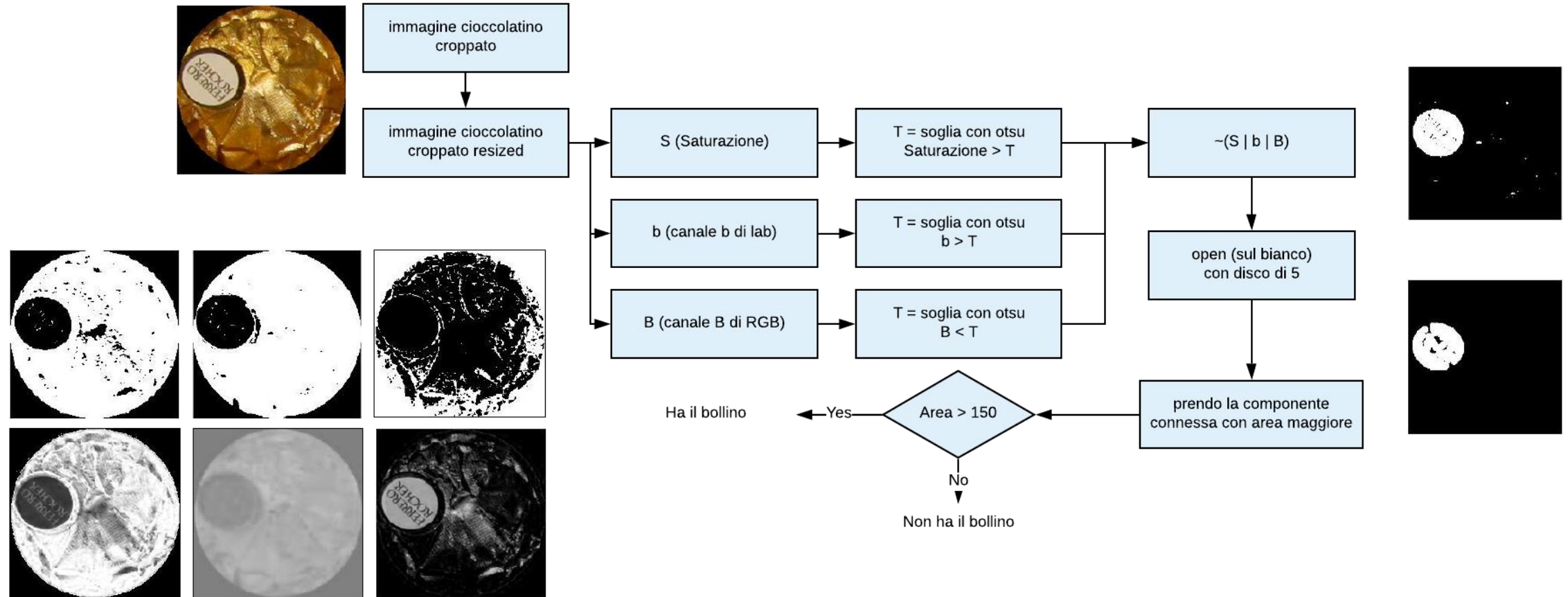
Disposizione Cioccolatini - Rettangolari



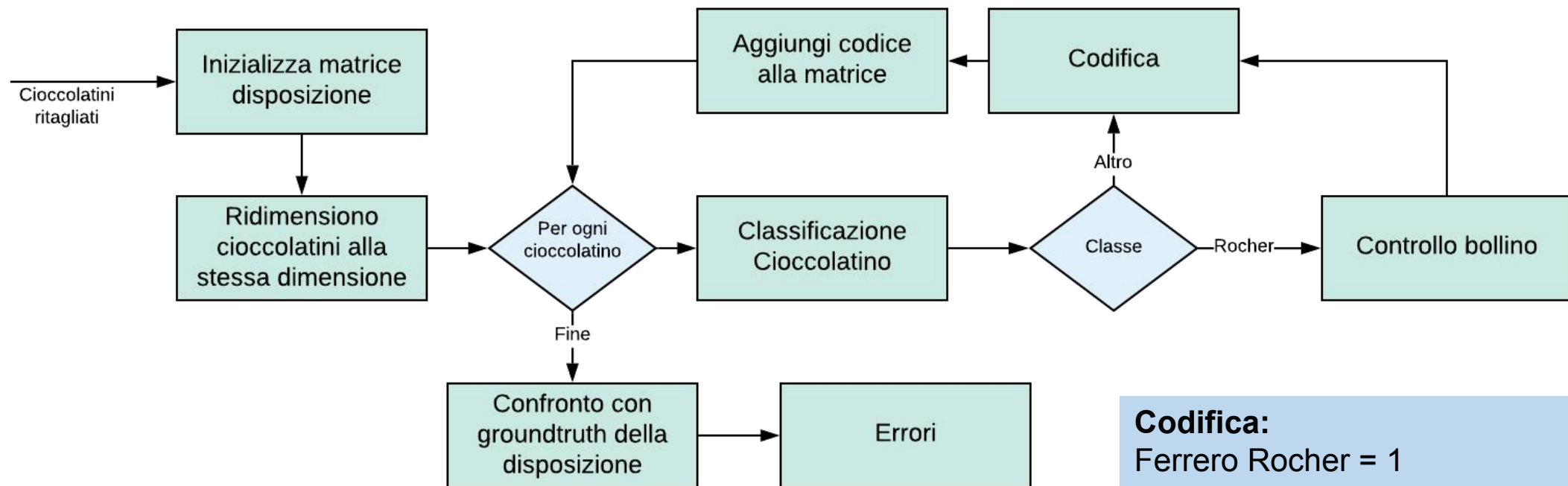
Controllo Errori - Scatola Quadrata



Controllo Bollino



Controllo Errori - Scatola Rettangolare



Codifica:

Ferrero Rocher = 1
Ferrero Noir = 2
Raffaello = 3
Rigetto = 4 (e NoBollino)

Controllo Posizioni

2	1	1	3
3	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	2
2	1	1	3
2	1	1	3

==

2	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	3

=

1	1	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	0
1	1	1	1
1	1	1	1

Scegliamo quello con meno errori

Errori: 2

2	1	1	3
3	1	1	3
2	1	1	3
2	1	1	2
2	1	1	3
2	1	1	3

==

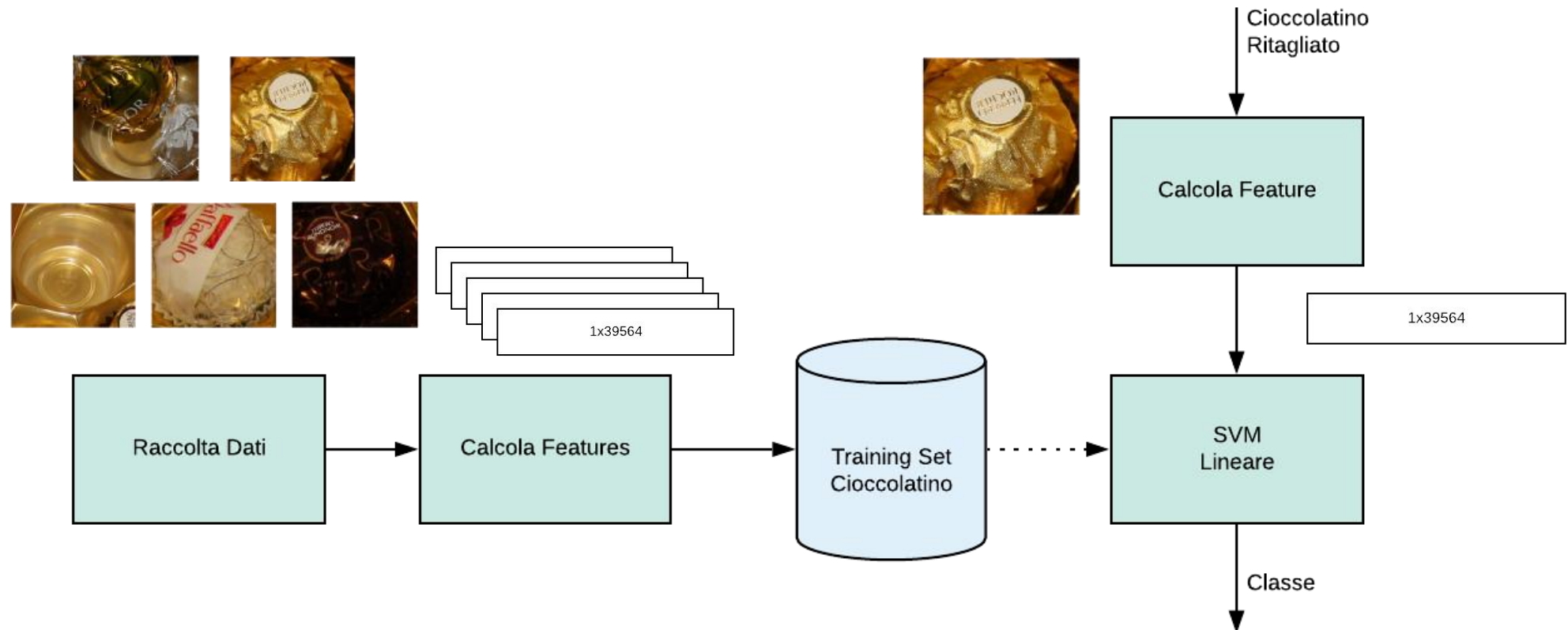
3	1	1	2
3	1	1	2
3	1	1	2
3	1	1	2
3	1	1	2
3	1	1	2

=

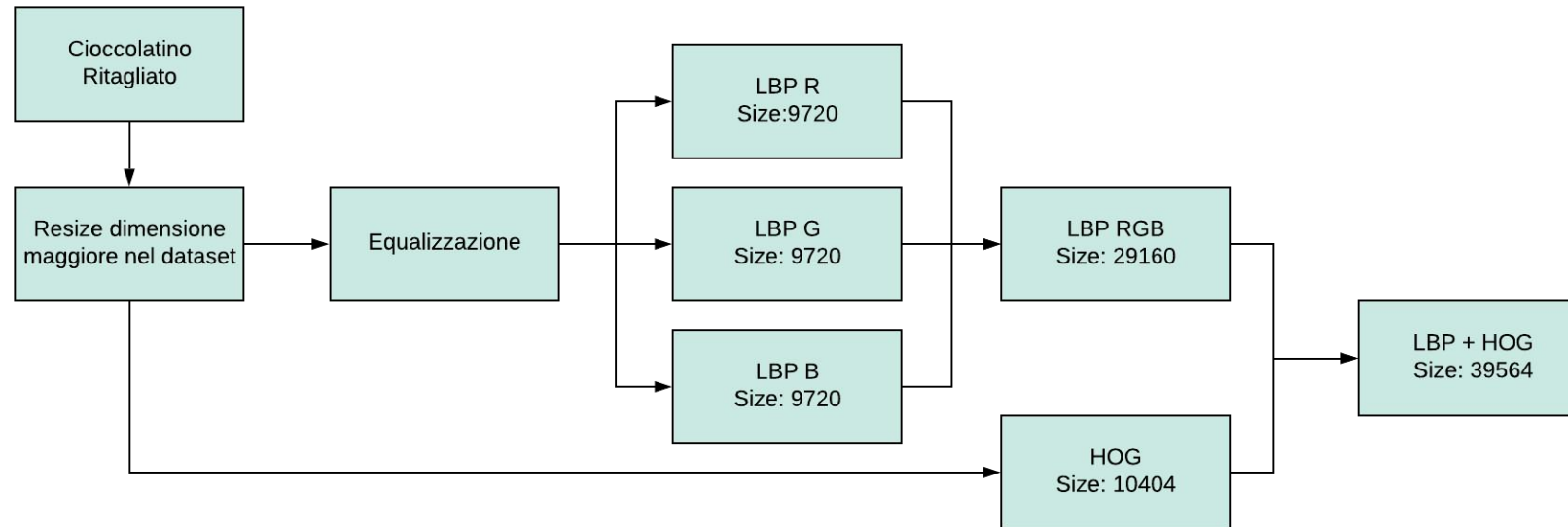
0	1	1	0
1	1	1	0
0	1	1	0
0	1	1	1
0	1	1	0
0	1	1	0

Errori: 10

Classificazione Cioccolatini

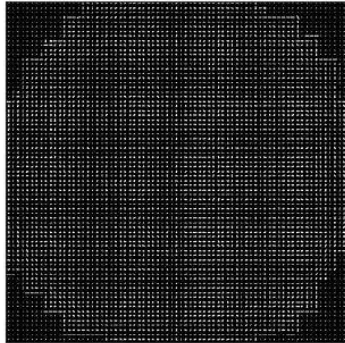


Classificazione Cioccolatini - Features

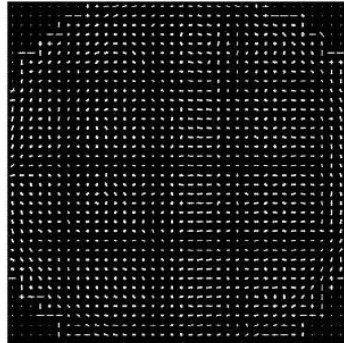


Classificazione Cioccolatini (HOG)

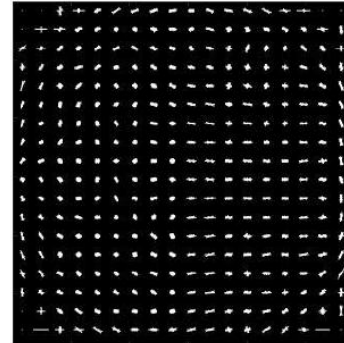
CellSize = [4 4]
Length = 186624



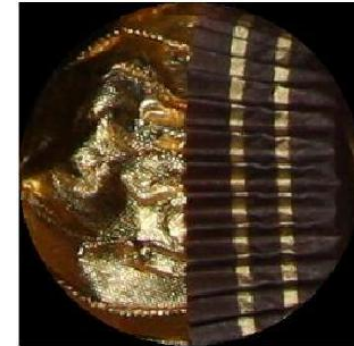
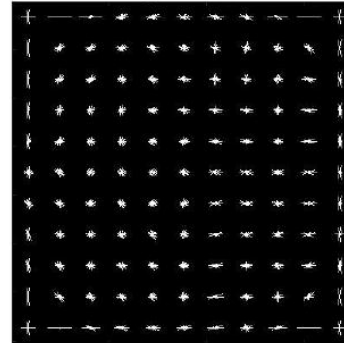
CellSize = [8 8]
Length = 44100



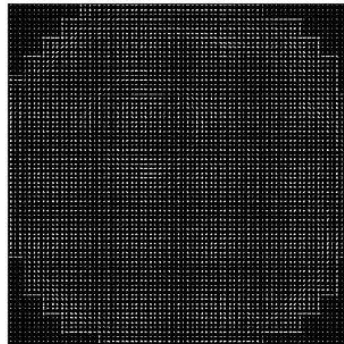
CellSize = [16 16]
Length = 10404



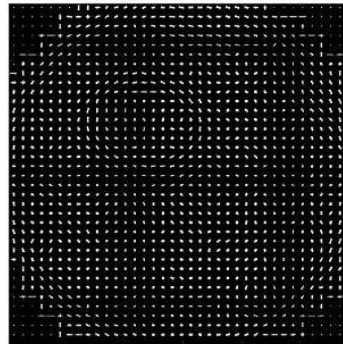
CellSize = [32 32]
Length = 3600



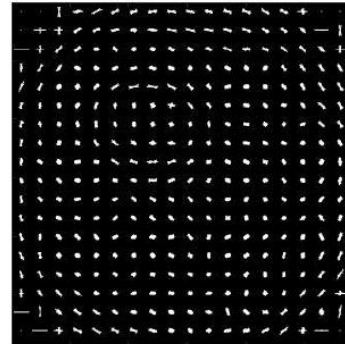
CellSize = [4 4]
Length = 186624



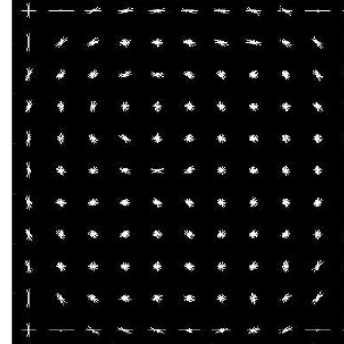
CellSize = [8 8]
Length = 44100



CellSize = [16 16]
Length = 10404



CellSize = [32 32]
Length = 3600



Risultati su 30 prove (Dataset Bilanciato)

		LBP (RGB)	LBP (HSV)	LBP (YCbCr)	HOG	LBP + HOG
Recall	Best	100%	100%	100%	83%	100%
	Average	94%	90%	90%	70%	92%
	Worst	76%	79%	72%	58%	81%
Precision	Best	100%	100%	100%	82%	100%
	Average	93%	89%	89%	69%	91%
	Worst	74%	77%	70%	58%	78%
Accuracy	Best	100%	100%	100%	95%	100%
	Average	98%	97%	97%	91%	97%
	Worst	93%	94%	92%	87%	94%

Risultati su 30 prove (Dataset Bilanciato)

		LBP (RGB)	LBP (HSV)	LBP (YCbCr)	HOG	LBP + HOG
Recall Solo Rigelto	Best	100%	100%	100%	100%	100%
	Average	99%	95%	94%	88%	96%
	Worst	86%	77%	86%	77%	90%

True	TRAIN	Rocher	Noir	Raffaello	Rigelto
	Rocher	88	0	0	0
	Noir	0	88	0	0
	Raffaello	0	0	88	0
	Rigelto	0	0	0	88
Predicted					

True	TEST	Rocher	Noir	Raffaello	Rigelto
	Rocher	21	0	0	1
	Noir	0	22	0	0
	Raffaello	0	0	21	1
	Rigelto	0	0	0	22
Predicted					

Risultati su 30 prove (Dataset Sbilanciato)

		LBP (RGB)	LBP (HSV)	LBP (YCbCr)	HOG	LBP + HOG
Recall	Best	100%	100%	100%	100%	100%
	Average	98%	96%	96%	85%	98%
	Worst	94%	88%	88%	68%	95%
Precision	Best	100%	100%	100%	100%	100%
	Average	94%	93%	92%	79%	95%
	Worst	82%	82%	82%	59%	86%
Accuracy	Best	100%	100%	100%	100%	100%
	Average	99%	98%	98%	95%	99%
	Worst	96%	96%	97%	90%	97%

Risultati su 30 prove (Dataset Sbilanciato)

		LBP (RGB)	LBP (HSV)	LBP (YCbCr)	HOG	LBP + HOG
Recall Solo Rigetto	Best	100%	100%	100%	100%	100%
	Average	100%	99%	99%	97%	100%
	Worst	100%	96%	96%	90%	100%

True	TRAIN	Rocher	Noir	Raffaello	Rigetto
	Rocher	88	0	0	0
	Noir	0	88	0	0
	Raffaello	0	0	88	0
	Rigetto	0	0	0	256
Predicted					

True	TEST	Rocher	Noir	Raffaello	Rigetto
	Rocher	21	0	0	1
	Noir	0	22	0	0
	Raffaello	0	0	21	1
	Rigetto	0	0	0	64
Predicted					

Risultati e Limitazioni

- Una scatola non conforme non viene mai considerata conforme
- Troppi parametri
- I bollini non sempre vengono trovati (ma riusciamo a capire sempre se mancano)
- I cerchi non sempre potrebbero esserci tutti
- Le posizioni dei cerchi non sono precise
- Potrebbero rimanere cerchi interni dentro la scatola
- Gli alti tempi di calcolo sono dovuti alla dimensione delle feature dei cioccolatini.
- Nelle scatole quadrate vengono localizzati oltre a tutti gli errori anche pezzi di scatola non rilevanti. non vengono comunque considerati se vengono trovati 24 cioccolatini che rispettano le condizioni di conformità (quindi non alterano la classificazione della conformità).

		predicted	
		Conforme	Non Conforme
true	Conforme	7	33
	Non Conforme	0	24

Possibili Miglioramenti

- Migliorare la localizzazione dei cioccolatini:
 - Ricostruzione di eventuali cerchi mancanti
 - Scartare il cerchio corretto invece di effettuare una media con tutti gli overlap
- Abbassare il numero di feature (hog, lbp), ad esempio con PCA (Principal Component Analysis)
- Aumentare il numero di dati (cioccolatini e rigetto)
- Trovare la soglia per segmentare la scatola in modo adattivo
- Rilevare se la scatola è presente o meno

Percentuale Partecipazione del Gruppo

- Magazzù Gaetano (~50%)
 - trovare la scatola
 - classificazione forma scatola
 - trovare i cioccolatini
- Magazzù Giuseppe (~50%)
 - creazione griglia
 - classificazione cioccolatini
 - controllo errori