

## **Nuovi dispositivi di Visual Image Analysis per la classificazione automatica delle carcasse bovine(SEUROP)**

Paolo Negretti<sup>1</sup>, Giovanna Bianconi<sup>2</sup>, Nicola Cugola<sup>3</sup>, Giovanni Cannata<sup>4</sup>, Marco Pellegrini<sup>5</sup>, Gianfranco Cavallaro<sup>5</sup>, Luca Zappacenero<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Orisha s.r.l., Via Luigi Pirandello n. 10, 82100 Benevento, Italy

<sup>2</sup>CRF - Cooperativa Ricerca Finalizzata, Via Antonio Silvani n. 130, 00139 Roma, Italy

<sup>3</sup>CUVIS s.r.l. Società di consulenza Visione Artificiale, Via F. Garofoli, 5537057 San Giovanni Lupatoto (VR)

<sup>4</sup>West Systems s.r.l., via Don Primo Mazzolari n. 25, 56025 Pontedera, Italy

<sup>5</sup>Mipaaf - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali

<sup>6</sup>Società Cooperativa Macellatori Perugia Via B. Simoncini 14 06135 P.S. Giovanni (PG)

### **Riassunto**

Per superare l'ostacolo legato all'inadeguatezza delle valutazioni visive soggettive, inerenti la classificazione commerciale delle carcasse bovine, negli ultimi anni si sono studiati nuovi metodi e strumenti di misurazione, che fossero il più possibile distanti dall'empirismo e dalla scarsa precisione.

Il sistema oggetto del presente lavoro, così come è stato progettato, non è invasivo né ingombrante, ha costi contenuti ed è maneggevole e "user-friendly", adatto quindi ad impattare positivamente sulla filiera della carne. Il sistema si basa sulle tecniche di Visual Image Analysis (VIA) per lo studio qualitativo delle carcasse, ovvero sulla determinazione oggettiva della Classificazione di Conformazione (SEUROP) e dello Stato di Ingrassamento (SI). Per ottenere tali risultati è stato innanzitutto indispensabile l'individuazione di parametri biometrici rilevabili con le tecniche opto-informatiche, che consentissero di ottenere valori numerici utili a tali determinazioni. Tali parametri sono stati misurati su ognuna delle immagini che vengono attualmente utilizzate ufficialmente come riferimento e al quale l'esperto deve rifarsi per esprimere poi il giudizio di valutazione. I rilevamenti in campo, con le tecniche VIA, sono stati comparati con la media delle valutazioni svolte in parallelo da tre valutatori esperti del settore.

I primi risultati hanno mostrato un'elevata corrispondenza, superiore all'80%, tra le misure dei parametri individuati e la media delle valutazioni effettuate dai tre esperti e, per la restante parte del campione, con una differenza di una sola classe.

Tali risultati sono stati conseguiti mediante lo sviluppo ed il successivo utilizzo di un'apposita App su piattaforma Android (APP-SEUROP), sistema questo semi automatico, che consente, impiegando uno smartphone, di avere una classificazione della conformazione e dello stato di ingrassamento oggettiva, veloce e precisa, e di un software specifico (SEUROP-Scan) per il rilevamento e la classificazione del tutto automatica della carcassa, da installare in apposite stazioni fisse lungo la catena di macellazione.

I test delle due apparecchiature, oggetto di questo lavoro, sono stati eseguiti in collaborazione con gli esperti valutatori del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, al fine di poter esaminare il grado di precisione ottenuto, sia rispetto alla classificazione con classi intere, normalmente utilizzate in Italia, sia rispetto alla classificazione che utilizzi le sottoclassi, prevista dalla normativa europea.

Il test, eseguito su 59 carcasse bovine, ha evidenziato l'elevato grado di corrispondenza tra le classificazioni ottenute con i su menzionati dispositivi rispetto alla media dei risultati dei valutatori ministeriali sia nel caso dell'utilizzo delle classi intere, sia dell'utilizzo delle sottoclassi. I risultati ottenuti sono rientrati pienamente nei parametri che la normativa europea richiede per concedere la validazione di sistemi automatizzati di classificazione SEUROP. Tale test è stato quindi propedeutico al proseguimento dell'iter di certificazione dei dispositivi sviluppati per la classificazione automatica delle carcasse bovine.

**Parole chiave:** *Classificazione SEUROP, Visual Image Analysis, App SEUROP, SEUROP-Scan.*

## Introduzione

Fin dall'inizio la legislazione dell'UE ha mirato ad armonizzare la rilevazione dei prezzi della carne all'interno del mercato unico al fine di migliorare la trasparenza del mercato stesso. Questo a vantaggio sia degli operatori del settore alimentare (FBO), che dei consumatori.

In origine, il regolamento (CEE) n. 1208/81 (CE, 1981) e il regolamento (CEE) n.3220/84 (CE, 1984) ha istituito il sistema di classificazione, identificazione e presentazione delle carcasse nel settore delle carni (bovini e maiali) mentre, attualmente, sono in vigore il Regolamento (UE) n. 1308/2013, del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, recante organizzazione comune dei mercati dei prodotti agricoli ed il regolamento di esecuzione della Commissione (UE) n. 2017/1184, del 20 aprile 2017, recante modalità di applicazione del regolamento (UE) n. 1308/2013, del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le tabelle unionali di classificazione delle carcasse di bovini, suini e ovini e la comunicazione dei prezzi di mercato di talune categorie di carcasse e di animali vivi.

Il suddetto regolamento (UE) n. 1308/2013, si basa sull'utilizzo di un linguaggio comune per descrivere le carcasse utilizzando caratteristiche che sono commercialmente significative. In particolare, le carcasse o mezzene di bovini di età  $\geq 8$  mesi sono classificate valutando lo sviluppo dei profili di dorso, spalle e coscia e valutandone lo stato di ingrassamento (superficie visibile compresa la cavità toracica interna) per assegnare loro una delle sei classi di conformazione (S, E, U, R, O, P) e una delle cinque classi dello stato di ingrassamento SI (1, 2, 3, 4, 5) rispettivamente. Nel primo caso, la classe superiore (S) contraddistingue le carcasse maggiormente conformate, ovvero con maggior presenza di carne, mentre la classe P contraddistingue le carcasse meno conformate. Nel secondo caso, la copertura del grasso aumenta dalla classe 1 alla classe 5. Inoltre, gli operatori del macello sono adeguatamente formati per utilizzare questi criteri di classificazione associati con immagini ufficiali di riferimento.

La classificazione delle carcasse è obbligatoria, con alcune eccezioni riportate nell'articolo 2 del regolamento delegato (UE) n. 2017/1182 della Commissione, del 20 aprile 2017, che integra il regolamento (UE) n. 1308/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le tabelle unionali di classificazione delle carcasse di bovini, suini e ovini e la comunicazione dei prezzi di mercato di talune categorie di carcasse e di animali vivi.

Il possibile errore dovuto alla valutazione soggettiva dei classificatori rappresenta spesso oggetto di contesa legale (Craigie *et al.*, 2012). Per questi motivi, sono stati sviluppati sistemi di misurazione alternativi per affrontare i limiti della valutazione empirica. In effetti, i progressi nel campo delle immagini digitali hanno portato in tempi recenti allo sviluppo di tecniche di Visual Image Analysis (VIA) (Computer Vision System, 1997) con un nuovo approccio, in cui le immagini vengono acquisite con un sensore di immagine fisico e analizzato da hardware e software (Brosnan & Sun, 2004; Craigie *et al.*, 2012; Gunasekara, 1996). Tecniche di Visual Analysis sono state utilizzate in modi diversi lungo la catena alimentare. Sono stati spesso applicati per stimare indirettamente il peso degli animali vivi dalla loro taglia (Menesatti *et al.*, 2014; Mollahet *et al.*, 2010; Negretti & Bianconi, 2005; Negretti & Bianconi, 2007; Negretti *et al.*, 2008; Negretti *et al.*, 2004; White *et al.*, 2004), per autenticare i filetti di pesce (Grassi *et al.*, 2018; Mathiassen *et al.*, 2011), oppure per prevedere alcuni parametri qualitativi per classificare gli alimenti a base di carne (Cheng *et al.*, 2017).

Dagli anni '80 a oggi, lo sviluppo e l'uso della VIA è stato ampiamente descritto (Zhenderet *et al.*, 1996; Cannellet *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2014; Craigie *et al.*, 2012; Craigieet *et al.*, 2013; Cross, Gilliland, Durland, & Seideman, 1983; Pabiouet *et al.*, 2011). La sua forza è legata alla sua natura non distruttiva, non invasiva e oggettiva oltre alla possibilità di automatizzarla secondo il flusso di lavoro del macello (Craigie *et al.*, 2012; Stinga *et al.*, 2020; Negretti *et al.*, 2021). Trasformare questa tecnica in un'applicazione di facile utilizzo per pc, tablet e telefoni cellulari da utilizzare per i classificatori dei macelli, potrebbe rappresentare una valida ed economica alternativa per massimizzare l'accuratezza del processo di valutazione della carcassa anche in piccoli stabilimenti. I software dedicati (App-SEUROP e SEUROP-Scan), sviluppati dalla società West Systems srl,

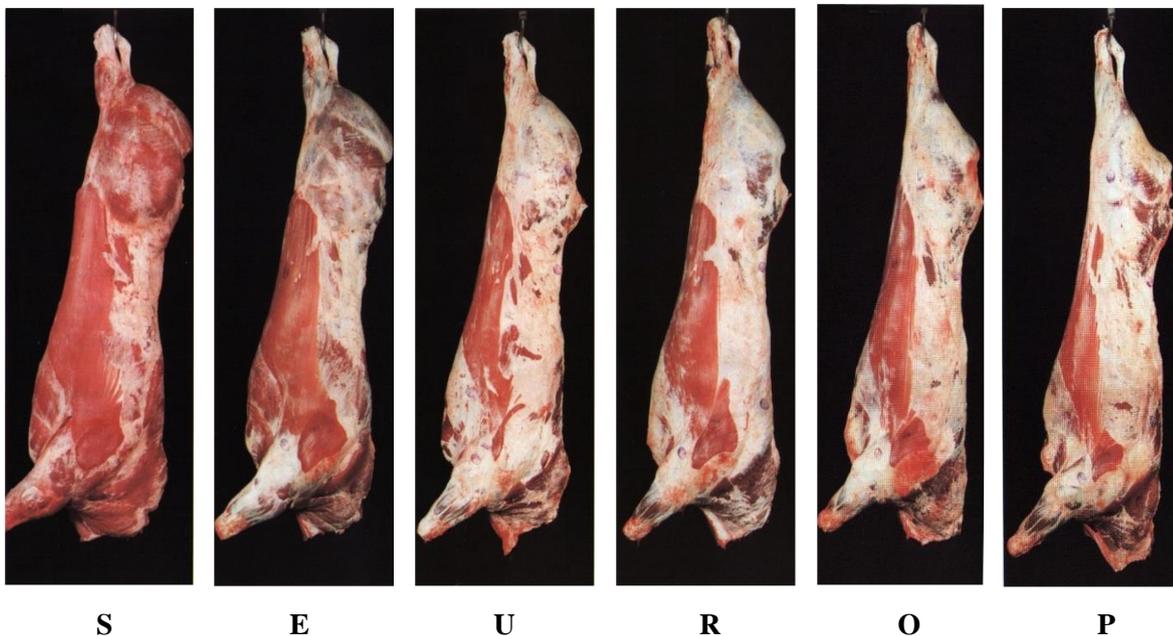
per Android e PC e brevettati sia in Italia (IT n. 1413532; n.102019000007281) che in Europa (EP n. 2854555), potrebbero rappresentare nuovi dispositivi validi ed economici a supporto dei qualificati valutatori dei macelli. Pertanto, essendo previsto che la classificazione delle carcasse possa essere effettuata utilizzando tecniche di classificazione automatizzate e/o semiautomatizzate (EC, 2017a), lo scopo dello studio è stato quello di testare tali nuovi dispositivi per la classificazione oggettiva delle carcasse bovine in base ai criteri del Regolamento di esecuzione (UE) n. 2017/1184 della Commissione.

## Materiali e Metodi

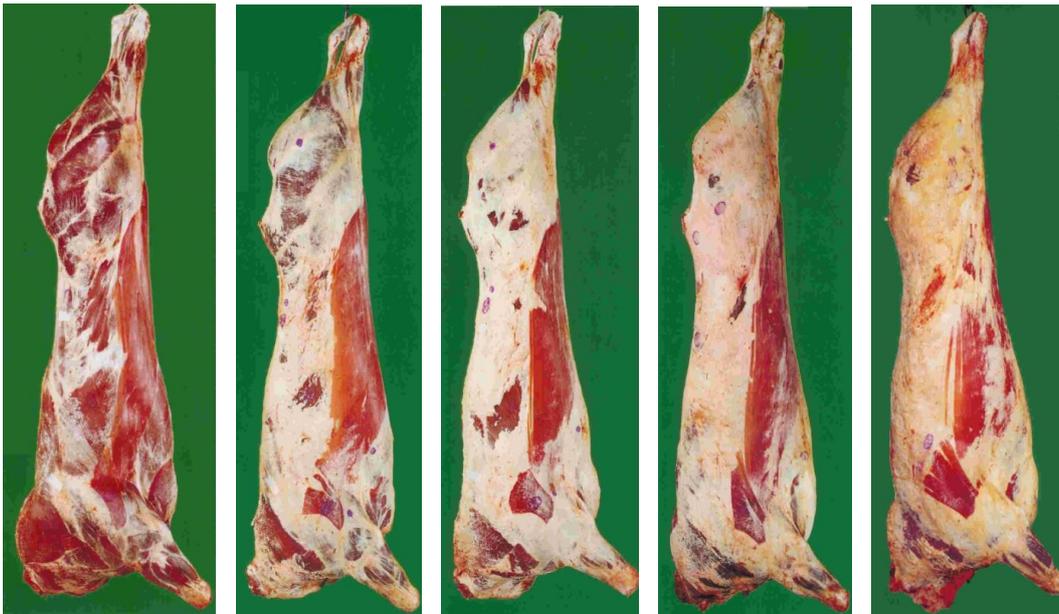
### Metodologia

Lo studio è iniziato analizzando le fotografie ufficiali (fig. 1-2) che individuano le diverse tipologie di conformazione delle carcasse SEUROP e delle diverse classi dello Stato di Ingrassamento SI. Dalla Visual Image Analysis di queste foto si sono individuati dei parametri biometrici utili alla classificazione oggettiva della conformazione SEUROP e dello stato di ingrassamento SI.

**Figura 1. La classificazione SEUROP sta a significare che ogni lettera esprime una classe di qualità diversa che va dalla migliore S alla peggiore P.**



**Figura 2. Classificazione Ufficiale dello Stato di Ingrassamento (SI) da 1 a 5.**



1

2

3

4

5

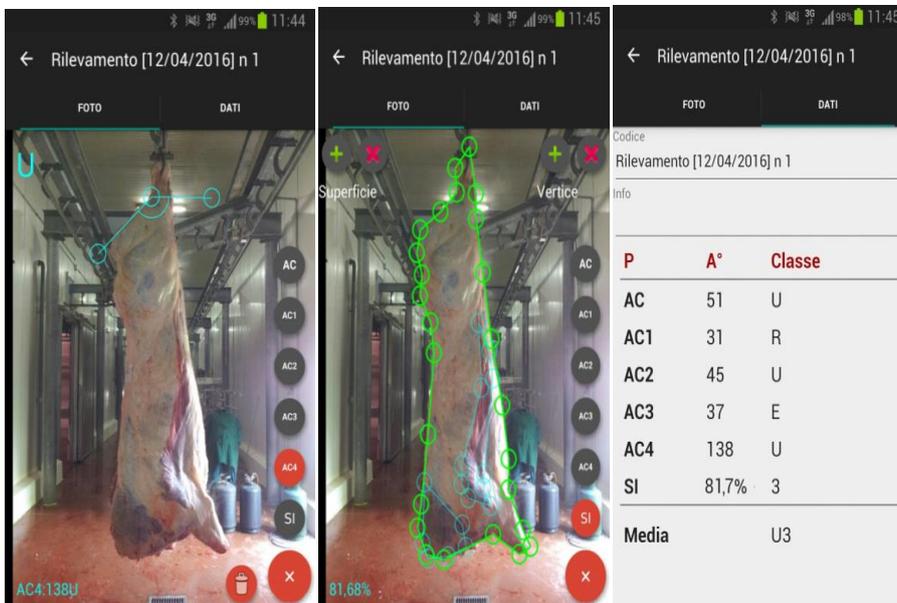
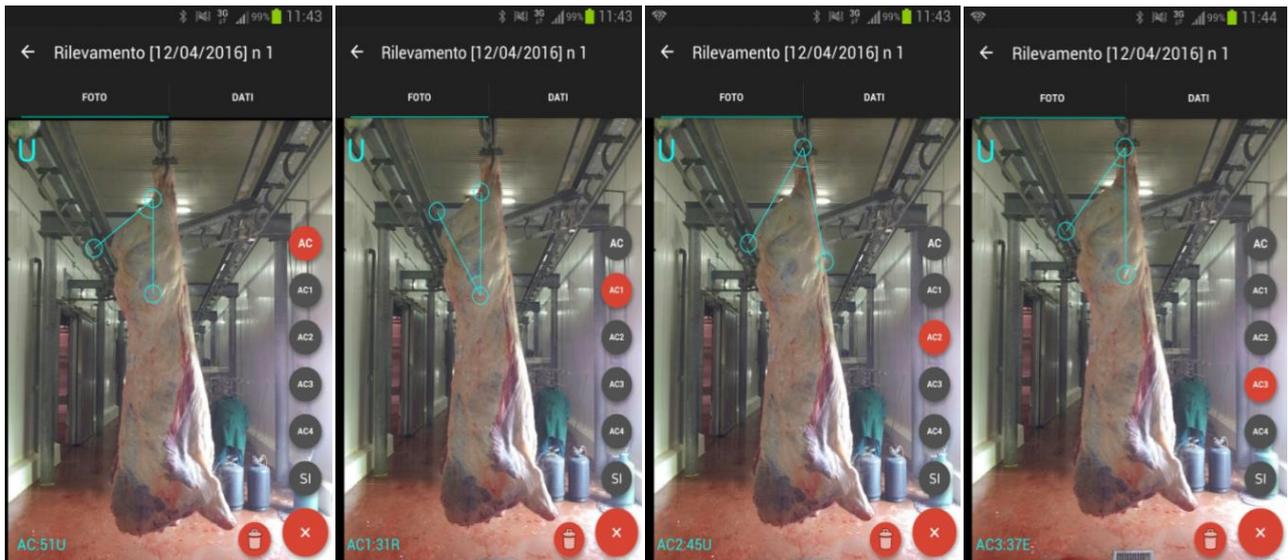
La misurazione dei parametri selezionati (fig. 3) ha permesso di costruire una griglia di corrispondenza in rapporto alla classe di conformazione SEUROP (Negretti *et al.*, 2021). Per lo Stato di Ingrassamento (SI), si è utilizzato un criterio simile a quello per la determinazione oggettiva della conformazione (SEUROP). In questo caso si sono misurate le superfici delle carcasse intere e successivamente le parti coperte da grasso o quelle magre, al fine di determinare la percentuale di copertura del grasso in maniera oggettiva e precisa. Oggi tali valutazioni vengono eseguite visivamente in modo soggettivo e quindi in maniera empirica. Le classi ufficiali considerate sono 5: classe 1 molto scarso; classe 2 scarso; classe 3 medio; classe 4 abbondante; classe 5 molto abbondante. Come per la conformazione (SEUROP) si sono misurati alcuni parametri, in questo caso di superficie, dalle foto di riferimento (fig. 2) per determinare la percentuale di grasso. In questo modo è stato possibile, per ogni classe ufficiale, attribuire un valore numerico della percentuale della copertura di grasso (Negretti *et al.*, 2021).

#### Strumentazione

I dispositivi realizzati sono stati di due tipologie. Una App per i rilevamenti semiautomatici ed un Software per la classificazione del tutto automatica.

L'APP-SEUROP consente di acquisire in maniera rapida e senza l'ausilio di apparecchiature dedicate i dati dei parametri angolari e superfici di massa magra di una carcassa bovina al fine di determinarne la classe di appartenenza rispetto alla classificazione SEUROP e SI. A questo scopo, l'App permette di scattare una foto della carcassa o di importarne una preventivamente acquisita e su questa andare a determinare i valori dei parametri angolari AC, AC1, AC2, AC3 e AC4 necessari alla determinazione della classe di appartenenza. Allo stesso modo, consente di valutare il rapporto fra superficie di massa magra e superficie totale della carcassa al fine di determinarne lo stato di ingrassamento e completare così la classificazione. Al fine di rendere la registrazione dei dati il più agevole possibile, si è optato per una semplice interfaccia che consente di inserire i *data point* con un tocco nel relativo punto della foto e di aggiustarne la posizione con un'interazione di tipo *drag & drop*. Gli elementi in gioco sono stati calibrati per consentire la fruizione dello strumento su dispositivi smartphone, vincolati da display di dimensioni contenute e sistema di input principale (se non unico) costituito dal *touch screen* sensibile al tocco delle dita (fig. 3).

**Figura 3. Illustrazione dell'applicativo realizzato per la Classificazione SEUROP**



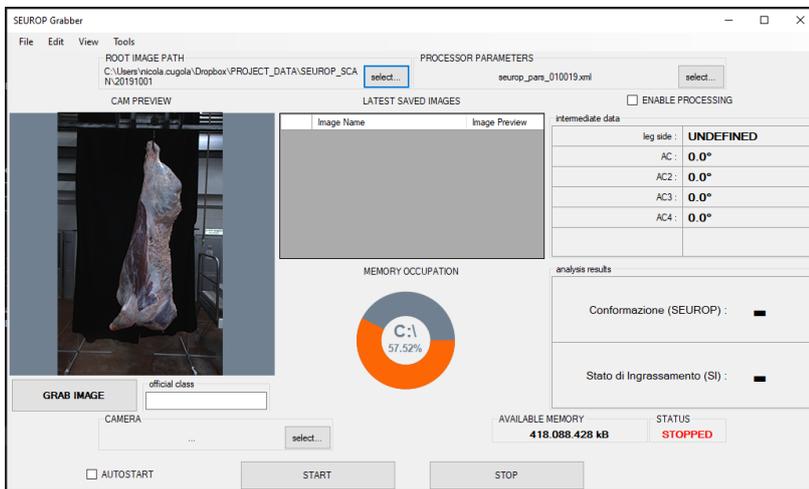
Riguardo al Software SEUROP-Scan questo è in grado di:

- acquisire e salvare immagini su disco;
- settare i parametri della telecamera;
- definire analisi sulle immagini acquisite per classificazione automatica;
- eseguire offline le analisi (su immagini salvate);
- salvare e caricare file di report di analisi sintetici in formato importabile da Excel;
- esecuzione real-time della classificazione automatica.

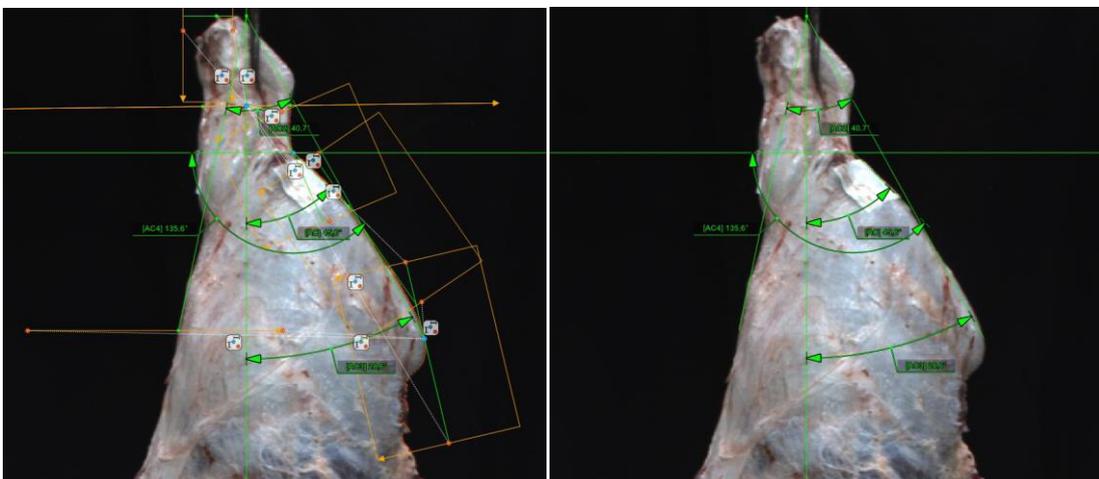
Nella figura 4 riguardante la schermata principale del software è possibile avere uno sguardo generale su vari aspetti del processo. La schermata è suddivisa in tre colonne dove:

- nella colonna di sinistra si può visualizzare una preview video proveniente dalla telecamera e decidere quando effettuare lo scatto dell'immagine, tramite il pulsante [GRAB IMAGE];
- nella colonna centrale superiore è presente un visualizzatore di tabella dove, ad ogni immagine scattata, compare una nuova riga con una preview della stessa e dati informativi;
- nella parte centrale inferiore si ha un'indicazione della memoria libera su disco;
- nella parte destra della schermata si hanno i risultati della classificazione automatica effettuata real-time sulle immagini acquisite. Dalla schermata principale è possibile accedere a differenti settaggi relativi ai vari moduli software coinvolti nel processo di classificazione, così come a settaggi della telecamera.

**Figura 4. Schermata principale del software SEUROP-Scan.**

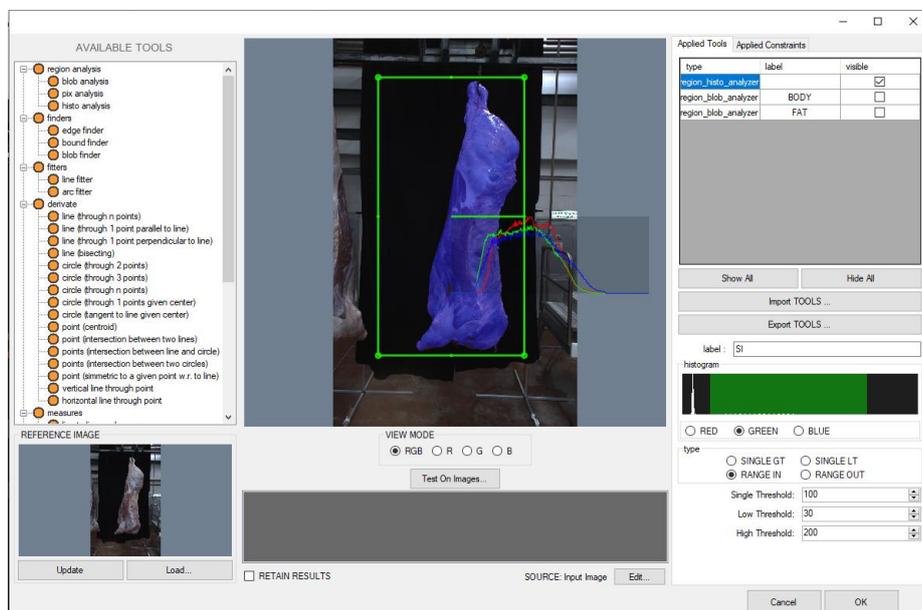


I due blocchi che consentono di estrarre gli angoli notevoli sono riportati nella figura 5, riguardante le schermate ottenute da prove in campo che rappresentano la configurazione per tale tipo di analisi, la prima completa di tutti i tool utilizzati, e la seconda lasciando visibili solo i risultati finali dell'elaborazione, ovvero rette ed angoli:



**Figura 5. Schermate dell'estrapolazione degli angoli selezionati.**

Si applica infine una funzione di estrazione di istogramma da un'area dell'immagine per la determinazione dello Stato di Ingrassamento (SI). Tale estrazione avviene su pixel mascherati da una soglia sulle componenti, in modo da effettuare l'analisi solamente sui pixel della carcassa. Nella figura 6 si illustra la schermata del funzionamento ottenuta dopo una prova in campo (l'istogramma è calcolato sui pixel evidenziati in blu).



**Figura 6. Schermata del funzionamento per il calcolo dello SI.**

### *Campione analizzato*

Il campione analizzato per questo lavoro è stato quello impiegato nel test ufficiale svolto in collaborazione con i valutatori del Mipaaf a settembre del 2021, presso il Centro di Macellazione di Ponte San Giovanni di Perugia. I dispositivi sopra illustrati sono stati testati su un campione di 59 carcasse bovine rappresentanti le diverse classi previste dalla normativa SEUROP. La comparazione della strumentazione è stata effettuata sulla media di tre valutatori per la classificazione con le classi (due valutatori del ministero e un valutatore del centro di macellazione), mentre per la classificazione con le sottoclassi le comparazioni sono state eseguite con la media dei due valutatori del Ministero, i soli che avevano la preparazione professionale per l'impiego delle sottoclassi.

### **Risultati e Discussione**

Si riportano i risultati ottenuti dalle prove sperimentali e dal test ufficiale svolto in collaborazione con il Mipaaf, alla presenza degli esperti del Ministero, che hanno valutato 59 carcasse, con il sistema delle sottoclassi, in parallelo alla strumentazione App SEUROP e SEUROP-Scan. I risultati della prova eseguita con le sottoclassi riportati nelle tabella 1 e 2, sono stati comparati con il sistema di calcolo previsto dalla normativa europea per l'autorizzazione all'impiego di sistemi automatici di classificazione SEUROP e dello Stato di Ingrassamento (SI) delle carcasse bovine.

I risultati riguardano sia quelli ottenuti dalla comparazione tra le valutazioni ufficiali e l'App SEUROP (sistema semi automatico mobile utilizzabile da uno smartphone), sia la comparazione rispetto al sistema automatico SEUROP-Scan da integrare in una stazione fissa di rilevamento.

**Tabella 1. Comparazione Valutazioni ufficiali (sottoclassi) e App SEUROP.**

<b>Differenze tra SEUROP Ufficiale e App</b> (media di due valutatori)	<b>SEUROP</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 sottoclassi	85	50	50 x 10 = 500
Differenza 1 sottoclasse	15	9	9 x 6 = 54
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>554</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			93,9% pari 554 punti
<hr/>			
<b>Differenze tra SI Ufficiale e App</b> (media di due valutatori)	<b>SI</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 sottoclassi	49,1	29	29 x 10 = 290
Differenza 1 sottoclasse	37,3	22	22 x 9 = 198
Differenza 2 sottoclassi	13,6	8	8 x 0 = 0
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>488</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			82,7% pari 488 punti

**Tabella 2. Comparazione Valutazioni ufficiali (sottoclassi) e SEUROP-Scan.**

<b>Differenze tra SEUROP Ufficiale e Scan</b> (media di due valutatori)	<b>SEUROP</b> <b>%</b>	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 sottoclassi	54,2	32	32 x10 =320
Differenza 1 sottoclasse	45,8	27	27x 6 =162
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>482</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			<b>81,7 % pari 482 punti</b>
<hr/>			
<b>Differenze tra SI Ufficiale e Scan</b> (media di due valutatori)	<b>SI</b> <b>%</b>	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 sottoclassi	49,4	29	29 x10 = 290
Differenza 1 sottoclasse	37,2	22	22 x 9 =198
Differenza 2 sottoclassi	13,6	8	8 x 0 = 0
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>488</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			<b>82,7% pari 488 punti</b>

Nelle tabelle 3 e 4, si riportano infine i risultati eseguiti sullo stesso campione di 59 carcasse ma con la valutazione delle classi, senza la suddivisione in sottoclassi, come normalmente vengono utilizzate in Italia a livello di pratica aziendale.

**Tabella 3. Comparazione Valutazioni ufficiali (classi) e App SEUROP.**

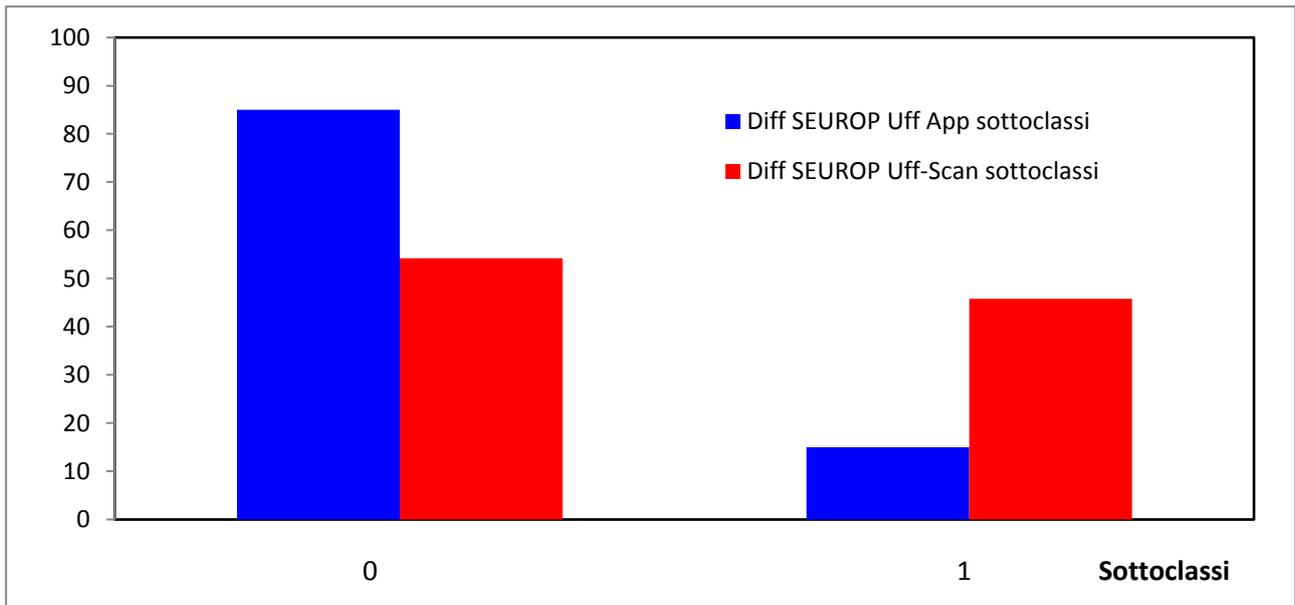
<b>Differenze tra SEUROP Ufficiale e App</b> (media di tre valutatori)	<b>SEUROP</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 classi	96,5	57	57x10 = 570
Differenza 1 classe	3,5	2	2 x 6 = 12
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>582</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			98,6% pari 582 punti
<hr/>			
<b>Differenze tra SI Ufficiale e App</b> (media di tre valutatori)	<b>SI</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 classi	93	55	55x10 = 550
Differenza 1 classe	7	4	4 x 9 = 36
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>586</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			99,3% pari 586 punti

**Tabella 4. Comparazione Valutazioni ufficiali (classi) e SEUROP-Scan.**

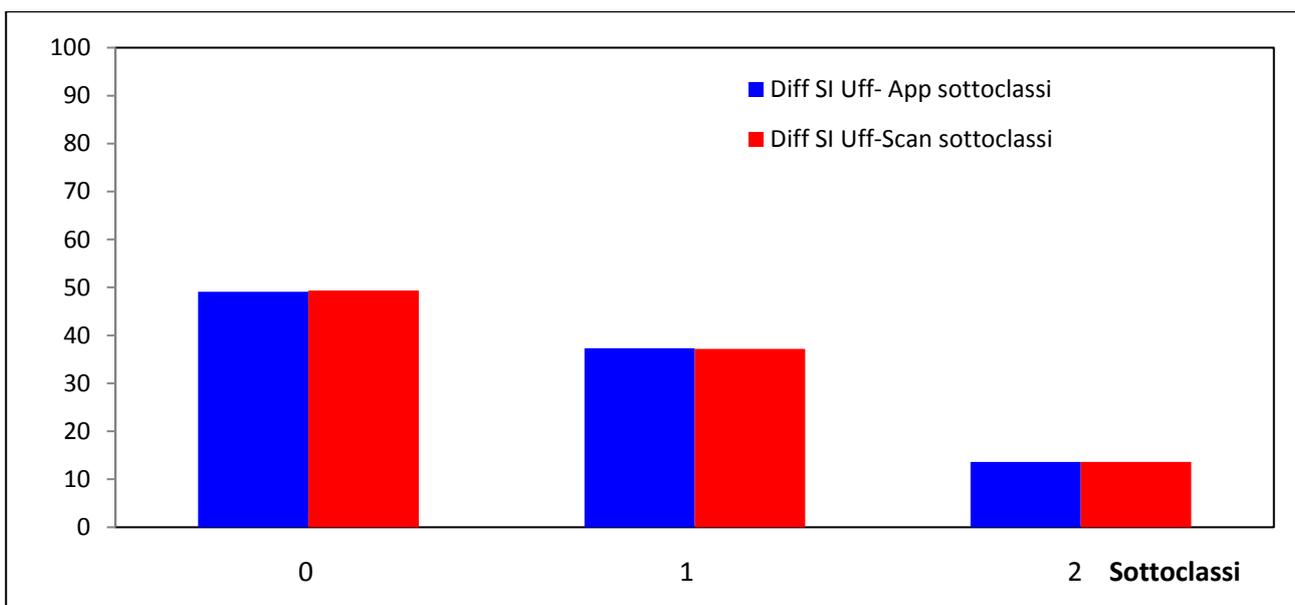
<b>Differenze tra SEUROP Ufficiale e Scan</b> (media di tre valutatori)	<b>SEUROP</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 classi	86,3	51	51x10 = 510
Differenza 1 classe	13,7	8	8 x 6 =48
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>558</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			<b>94,6 % pari 558 punti</b>
<hr/>			
<b>Differenze tra SI Ufficiale e Scan</b> (media di tre valutatori)	<b>SI</b> %	<b>N Campione</b>	<b>Punteggio</b>
Differenza 0 classi	85	50	50x10 = 500
Differenza 1 classe	15	9	9x 9 =81
Campione	100	59	
Punteggio ottenuto			<b>581</b>
Punteggio massimo			<b>590</b>
% minima pari al 60% (rispetto punt. massimo)			590 x 60% = <b>354</b>
Percentuale ottenuta			<b>98,4% pari 581 punti</b>

I risultati illustrati nelle tabelle 1- 4 hanno evidenziato come sia per App SEUROP che per la SEUROP-Scan il grado di precisione rispetto alla valutazione ufficiale rientra ampiamente nei parametri richiesti dalla normativa europea. Nelle figure 7-10 si riportano invece le comparazioni tra i due dispositivi sviluppati rispetto alle valutazioni ufficiali sia per le sottoclassi che per le classi.

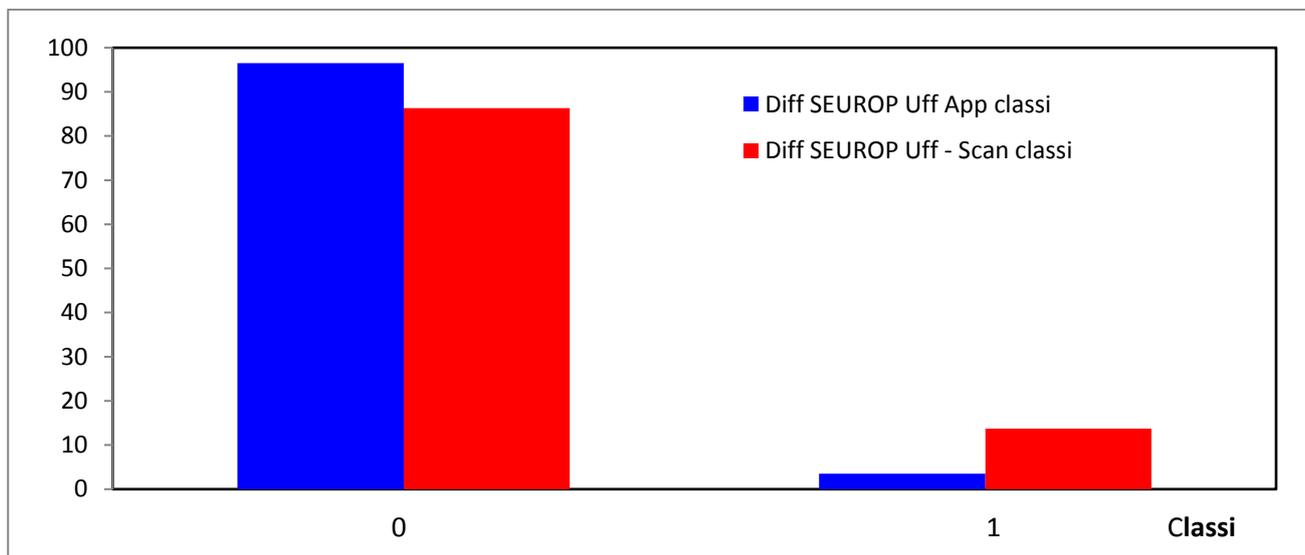
**Figura 7. Comparazione tra i dati ottenuti con l'App SEUROP e la SEUROP-Scan rispetto alle valutazioni ufficiali con le sottoclassi per la conformazione SEUROP.**



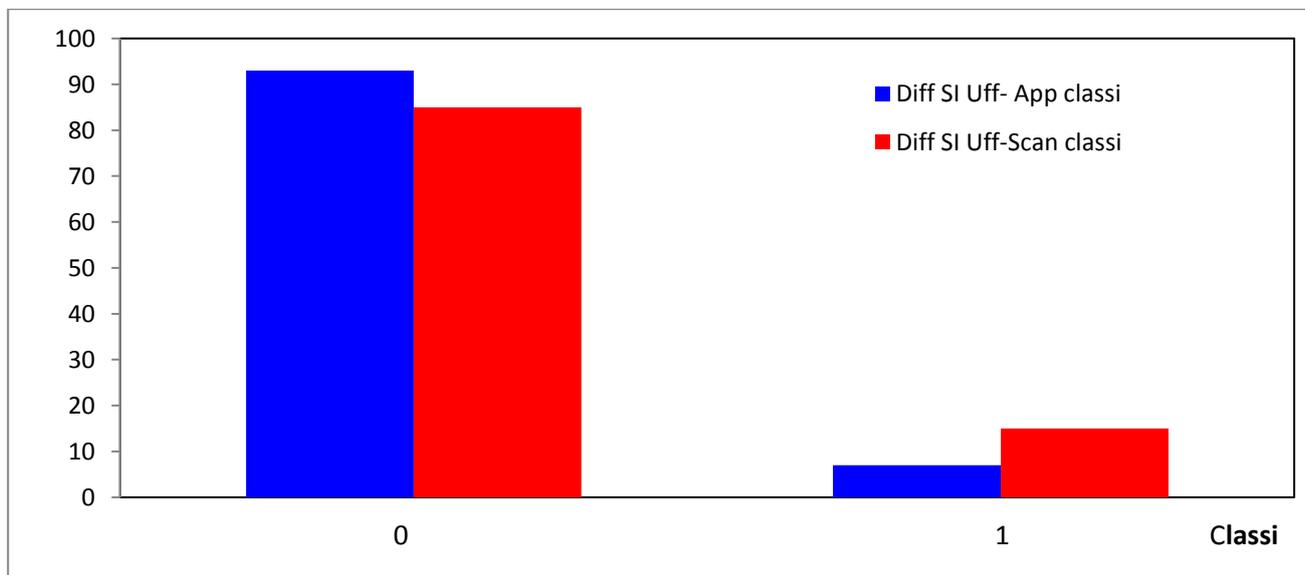
**Figura 8. Comparazione tra i dati ottenuti con l'App SEUROP e la SEUROP-Scan rispetto alle valutazioni ufficiali con le sottoclassi per lo Stato di Ingrassamento (SI).**



**Figura 9. Comparazione tra i dati ottenuti con l'App SEUROP e la SEUROP-Scan rispetto alle valutazioni ufficiali con le classi per la conformazione SEUROP.**



**Figura 10. Comparazione tra i dati ottenuti con l'App SEUROP e la SEUROP-Scan rispetto alle valutazioni ufficiali con le classi per lo Stato di Ingrassamento (SI).**



Dai grafici si evince come i due dispositivi diano risultati molto simili rispetto la media delle valutazioni ufficiali. Solo nella figura 7 si nota una minore corrispondenza, se pur sempre molto alta, tra l'App SEUROP e la SEUROP-Scan rispetto alla classificazione della conformazione SEUROP ufficiale. Questo è dovuto al fatto che impiegando le sottoclassi e quindi aumentando la variabilità e la sensibilità delle soglie tra una classe e l'altra il sistema automatico richiede un settaggio di calibrazione più complesso che necessiterebbe di una stazione fissa di rilevamento e non mobile come è l'attuale prototipo utilizzato. Questa differenza non si è

notata sullo stato di ingrassamento SI perché sia per l'App SEUROP che per la SEUROP-Scan non è stato possibile individuare sottoclassi come effettuano i valutatori ufficiali, visto che i dispositivi misurano le differenti percentuali di grasso. Nonostante questo i sistemi hanno fornito, anche per (SI), differenze contenute rispetto alle valutazioni ufficiali, rientrando ampiamente nei parametri normativi richiesti.

## Conclusioni

Gli obiettivi di questo lavoro sono stati quelli di testare i dispositivi realizzati, App SEUROP e SEUROP-Scan, per la valutazione delle carcasse in termini di conformazione muscolare e di ingrassamento, sia con le classi sia con le sottoclassi, come prevede la normativa europea. I risultati ottenuti hanno dimostrato che i dispositivi rientrano ampiamente nei parametri di precisione richiesti dalla normativa europea per i sistemi di classificazione automatizzati. Questo permette in prospettiva di poter superare i limiti attuali dati dalla classificazione commerciale soggettiva impiegata in tutta Europa. La ricerca ha quindi evidenziato una importante opportunità per l'industria della carne di trarre vantaggio dall'hardware computazionale ottico e dall'utilizzo di software sviluppati, seguendo i principi di versatilità e semplicità, in grado di offrire un'interfaccia intuitiva utile ad impattare positivamente anche con il personale non specializzato in dispositivi informatici e digitali. I risultati illustrati si sono infine dimostrati propedeutici per il proseguimento dell'iter di autorizzazione previsto dalla normativa Europa.

## References

- Brosnan, T., & Sun, D. W. (2004). Improving quality inspection of food products by computer vision - a review. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 3-16.
- Cannell, R. C., Belk, K. E., Tatum, J. D., Wise, J. W., Chapman, P. L., Scanga, J. A., & Smith, G. C. (2002). Online evaluation of a commercial video image analysis system (Computer Vision System) to predict beef carcass red meat yield and for augmenting the assignment of USDA yield grades. United States Department of Agriculture. *Journal of Animal Science*, 80(5), 1195-1201.
- Cheng, J. H., Nicolai, B., & Sun, D. W. (2017). Hyperspectral imaging with multivariate analysis for technological parameters prediction and classification of muscle foods: A review. *Meat Science*, 123, 182-191.
- Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182 of 20 April 2017 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards their porting of market prices of certain categories of carcasses and live animals. *Official Journal of the European Union*, L171, 74-99.
- Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1184 of 20 April 2017 laying down rules for the application of Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals. *Official Journal of the European Union*, L171, 103-112.
- Costa, C., Negretti, P., Vandeputte, M., Pallottino, F., Antonucci, F., Aguzzi, J., & Menesatti, P. (2014). Innovative automated landmark detection for food processing: the back warping approach. *Food and Bioprocess Technology*, 7(8), 2291-2298.
- Council Regulation (EEC) No 1208/81 of 28 April 1981 determining the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *Official Journal of the European Communities*, L123, 3-6.
- Council Regulation (EEC) No 3220/84 of 13 November 1984 determining the Community scale for grading pig carcasses. *Official Journal of the European Communities*, L301, 1-3.
- Craigie, C. R., Navajas, E. A., Purchas, R. W., Maltin, C. A., Bünger, L., Hoskin, S. O., & Roehe, R. (2012). A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems. *Meat Science*, 92(4), 307-318.
- Craigie, C. R., Ross, D. W., Maltin, C. A., Purchas, R. W., Bünger, L., Roehe, R., & Morris, S. T. (2013). The relationship between video image analysis (VIA), visual classification, and saleable meat yield of sirloin and fillet cuts of beef carcasses differing in breed and gender. *Livestock Science*, 158(1-3), 169-178.
- Cross, H. R., Gilliland, D. A., Durland, P. R., & Seideman, S. (1983). Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. *Journal of Animal Science*, 57(4), 908-917.
- Grassi, S., Casiraghi, E., Alamprese, C. (2018). Fish fillet authentication by image analysis. *Journal of Food Engineering*, 234, 16-23.
- Gunasekaran, S. (1996). Computer vision technology for food quality assurance. *Trends in Food Science & Technology*, 7(8), 245-256.
- Image Tool (1997) version 2.0 (alpha 2), UTHSCSA.

- Mathiassen, J. R., Misimi, E., Bondø, M., Veliyulin, E., & Østvik, S. O. (2011). Trends in application of imaging technologies to inspection of fish and fish products. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 257-275.
- Menesatti, P., Costa, C., Antonucci, F., Steri, R., Pallottino, F., & Catillo, G. (2014). A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103, 33-38.
- Mollah, M. B. R., Hasan, M. A., Salam, M. A., & Ali, M. A. (2010). Digital image analysis to estimate the live weight of broiler. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72(1), 48-52.
- Negretti, P., Bianconi, G., D'Angelo, A., Gaviraghi, A., & Noè, L. (2004). Application of the opto-informatic system to the morpho-weighted evaluation of goats: preliminary communication. In *39 Simposio Internazionale di Zootecnia 'Meat Science and Research'* Roma, Italy (pp. 433-440).
- Negretti, P., & Bianconi, G. (2005). Indirect determination of live weight, dead weight, and yield at slaughtering of chianini beef by means of opto-informatic evaluation methods. *Proc.: 4th World It. Beef Cattle*, Gubbio, Italy, 29, 229-234.
- Negretti, P., & Bianconi, G. (2007). Applied optical systems in animal production. 2<sup>nd</sup> International Conference on Optical Microsystems, Capri, September 30<sup>th</sup> – October 3<sup>rd</sup>, 2007.
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., Terramocchia, S., & Verna, M. (2008). Determination of live weight and body condition score in lactating Mediterranean buffalo by Visual Image Analysis. *Livestock Science*, 113(1), 1-7.
- Negretti P., Bianconi G. (2015) Brevetto Italiano IT n. 1413532 Apparato e metodo per la classificazione di conformazione SEUROP di carcasce di bovini macellati.
- Negretti P., Bianconi, G. (2020) Brevetto Europeo EP n. 2854555 Apparatus and method for the acquisition of linear, angular and surface measurements of living animal or carcasses of slaughtered animals.
- Negretti P., Bianconi, G. (2021) Brevetto Italiano IT n.102019000007281"Apparato e metodo per l'acquisizione di misure lineari, angolari e di superficie di animali vivi o di carcasce di animali macellati"
- Negretti, P., Bianconi, G., Cannata, G., Catillo, G., Steri, R., Barrasso, R., Bozzo, G. (2021) Visual Image Analysis for a new classification method of bovine carcasses according to EU legislation criteria *Meat Science*. 183 (2022)108654.
- Pabiou, T., Fikse, W. F., Cromie, A. R., Keane, M. G., Näsholm, A., & Berry, D. P. (2011). Use of digital images to predict carcass cut yields in cattle. *Livestock Science*, 137(1-3), 130-140.
- Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No 234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007. *Official Journal of the European Union*, L347, 671-854.
- Stinga L., Bozzo, G., Ficco, G., Saverino, A. E., Barrasso, R., Negretti, P., Bianconi, G., Tantillo, G. (2020) Classification of bovine carcasses: New biometric remote sensing tools. *Italian Journal of Food Safety 2020*; 9:8645.
- White, R. P., Schofield, C. P., Green, D. M., Parsons, D. J., & Whittemore, C. T. (2004). The effectiveness of a visual image analysis (VIA) system for monitoring the performance of growing/finishing pigs. *Animal Science*, 78(3), 409-418.
- Zehender, G., Cordella, L.P., Chianese, A., Lino Ferrara, A., del Pozzo, A., Barbera, S., Bosticco, A., Negretti, P., Bianconi, G., Filippi Balestra, G. Tonielli, R. (1996). Image analysis in morphological animal evaluation: a group for the development of new techniques in zoometry. *Animal Genetic Resources Information (AGRI)*, 20, 71-79.