

Le opportunità offerte dalle principali tecnologie di zootecnia di precisione da installare sulle bovine per il controllo della riproduzione, della salute e del benessere della mandria:

GUIDA PRATICA

Rivolta ad allevatori, tecnici del settore e studenti degli ITAS della Lombardia

Autore: Francesca Petrera

Ricercatore del CREA, Centro di Ricerca Zootecnia e Acquacoltura, Lodi

Email: francesca.petrera@crea.gov.it - Tel: 0371-450104

Realizzata nell'ambito del Progetto PSR (operazione 1.2.01) NEW4REP

"Tecnologie innovative nella riproduzione bovina e suina per una nuova redditività dell'allevamento lombardo: azioni informative e dimostrative"

finanziato da Regione Lombardia e dal FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale),
Coordinato dal CREA - Centro di Ricerca Zootecnia e Acquacoltura di Lodi,
in partenariato con l'Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani di Rivolta d'Adda (CR)
e la collaborazione dell'ARAL.

Responsabile del progetto: Francesca Petrera

Sotto-progetto 1: Informazione

Azione INFO_BOV_2: Strumenti gestionali per la riproduzione, induzione e sincronizzazione degli estri, strumenti avanzati e gestione informatizzata dei dati.



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



**Regione
Lombardia**

INDICE

- **INTRODUZIONE: I DATI PRODUTTIVI E RIPRODUTTIVI DELLE BOVINE DA LATTE NELLA REGIONE LOMBARDIA**, pag. 3
- **MIGLIORARE LE PRESTAZIONI PRODUTTIVE E RIPRODUTTIVE DELLE BOVINE DA LATTE**, pag. 9
- **METODI TRADIZIONALI DI RILEVAZIONE DEGLI ESTRI**, pag. 16
- **LE TECNOLOGIE DI ZOOTECCNIA DI PRECISIONE** , pag. 17
 - ✓ **SENSORI DI MONTA**, pag. 19
 - ✓ **PEDOMETRI, COLLARI E MARCHE AURICOLARI**, pag. 20
 - ✓ **ALLERTE E ALLARMI**, pag. 24
 - ❑ **SISTEMA DI MONITORAGGIO DELAVAL (AM2)**, pag. 26
 - ❑ **SISTEMI DI MONITORAGGIO SCR - ALLFLEX**, pag. 28
 - ❑ **SISTEMA DI MONITORAGGIO DAIRY MASTER (MOO MONITOR+)**, pag. 37
 - ❑ **SISTEMI DI MONITORAGGIO NEDAP**, pag. 41
 - ❑ **SISTEMI DI MONITORAGGIO AFIMILK (AFIACT II) E SILENT HERDSMAN** , pag. 47
 - ❑ **SISTEMA DI MONITORAGGIO AGIS (COW MANAGER)** , pag. 53
 - ❑ **SISTEMA DI MONITORAGGIO SMARTBOW**, pag. 58
- **EFFICIENZA DEI SISTEMI**, pag. 62
- **CONCLUSIONI**, pag. 67
- **RINGRAZIAMENTI**, pag. 69

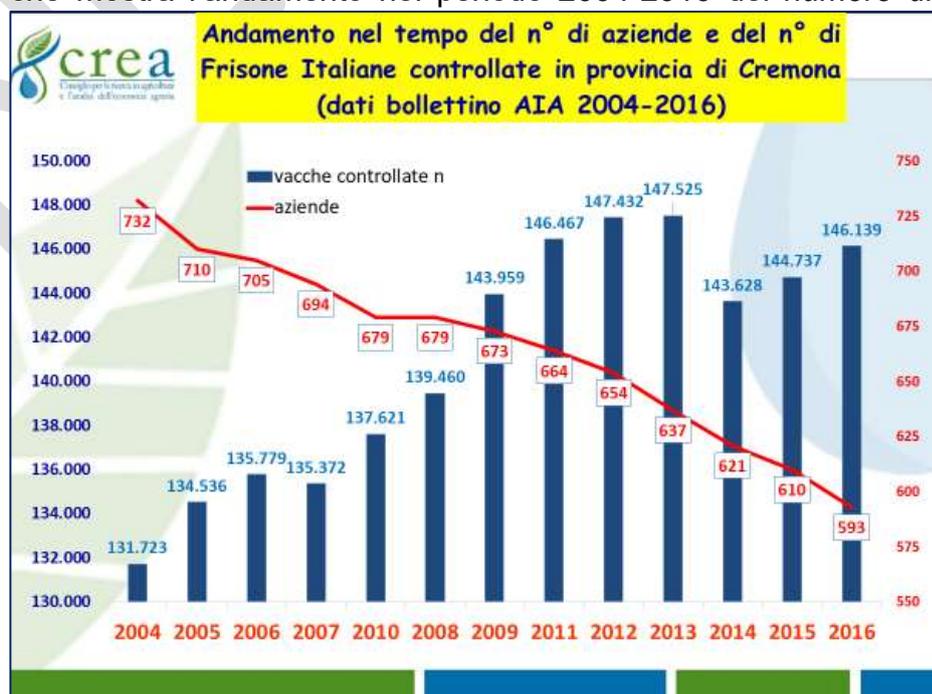
INTRODUZIONE

I dati produttivi e riproduttivi delle bovine da latte nella Regione Lombardia

L'allevamento della bovina da latte diventa sempre più *industrializzato*. La regione Lombardia ha assistito, in questi ultimi anni, ad una rapida riduzione del numero degli allevamenti bovini in attività, ma contemporaneamente ad un aumento del numero delle vacche presenti. Le aziende sono diventate di dimensioni sempre più grandi e le bovine sempre più produttive, grazie ai progressi compiuti nel campo della genetica, della nutrizione e alimentazione animale, delle tecniche di riproduzione e della costruzione delle strutture di allevamento. Grazie, poi, alla diffusione della meccanizzazione e al rapido progresso tecnologico che hanno coinvolto prima i sistemi per la mungitura e poi quelli per la preparazione e distribuzione degli alimenti, portando l'automazione anche in campo zootecnico, si è assistito ad una progressiva riduzione del personale addetto alla stalla e, contemporaneamente, a un aumento notevole del rapporto tra vacche allevate e operatori. Questa situazione richiede una maggiore attenzione al benessere della mandria

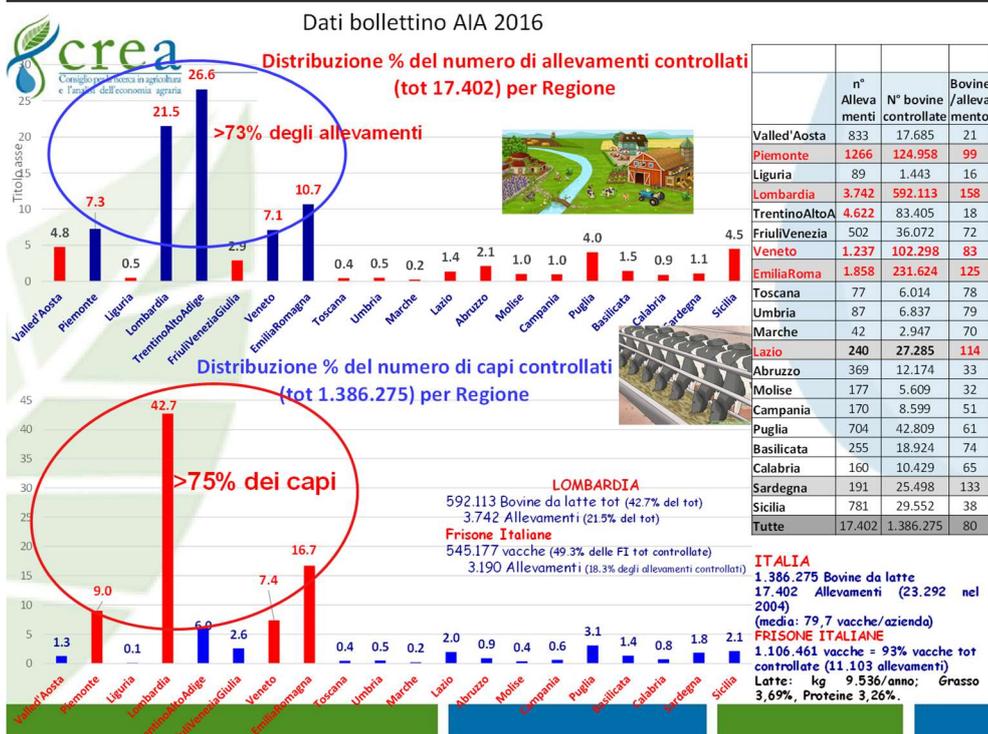
Di seguito si riportano alcune tabelle e grafici riguardanti i controlli effettuati da parte dei tecnici (ex APA) in Italia e, più in particolare, in Lombardia e nella provincia di Cremona, a titolo di esempio (**dati bollettino dell'Associazione Italiana Allevatori, AIA**), riferiti soprattutto al 2016, periodo 1° ottobre 2015 – 30 settembre 2016, cioè ai dati disponibili nel 2017, quando è iniziato il progetto e ai più recenti del 2019.

Partiamo dal primo grafico che mostra l'andamento nel periodo 2004-2016 del *numero di aziende* (linea rossa) e del *numero di vacche* di razza Frisone Italiana (colonne blu) sottoposte ai controlli ufficiali in provincia di Cremona (dati bollettino AIA). Notiamo che in questi 13 anni le aziende sono progressivamente diminuite passando da 732 a 593, mentre le vacche controllate sono aumentate da 131.723 a 146.139 (-19% delle aziende e + 11% vacche).



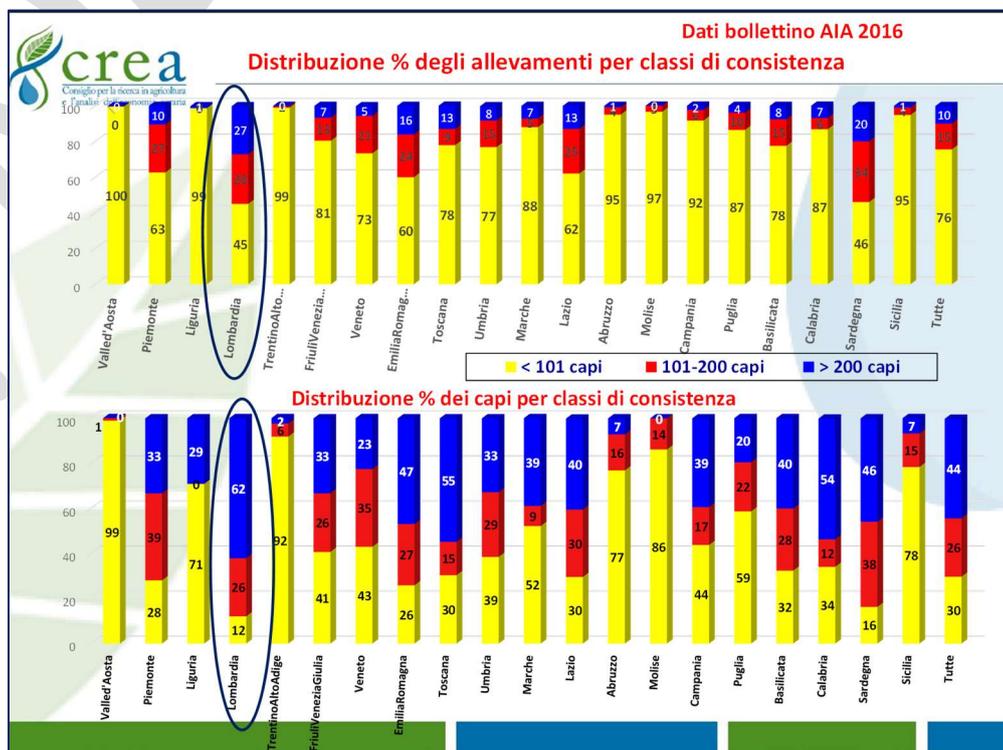
In Italia, nel 2016, sono state sottoposte ai controlli funzionali per la produzione del latte 1.386.275 vacche, distribuite in 17.402 allevamenti con una media di 79,7 bovine per azienda; nella sola regione Lombardia sono state controllate 592.113 bovine in 3.742 allevamenti, con una media di 158 capi. Il grafico della

distribuzione % degli allevamenti controllati per regione mostra come in Lombardia fosse presente il 21.5% delle aziende totali, mentre il grafico successivo della **distribuzione % del numero di capi controllati** indica che nella sola regione Lombardia fosse allevato ben il 42.5% delle bovine totali.



Vediamo, a seguire, i grafici della **distribuzione % degli allevamenti e dei capi per classi di consistenza** (allevamenti con meno di 101, tra 101 e 200 e con oltre 200 vacche da latte per azienda) per regione. Dal primo

ricaviamo che in Lombardia, il 45% delle aziende fosse di piccole dimensioni, il 28% di medie e il 27% di grandi dimensioni (> 200 capi); ma in queste ultime (secondo grafico) si allevava ben il 62% delle vacche. Questi dati mostrano come la Lombardia si differenzi enormemente da tutte le altre regioni.



Vediamo ora i dati dei controlli della produttività (bollettino AIA, anno 2016). Su 545.177 capi controllati e presenti tutto l'anno, la produzione media risultava pari a 9.994 kg, con 3.8% di grasso e 3.35% di proteine, l'età media al parto (delle controllate) era pari a 3 anni e 8 mesi, con un intervallo tra parto e concepimento medio di 165 gg (interparto di 14.5 mesi) e 2.9 inseminazioni per gravidanza; infine, l'età al primo parto era di quasi 27 mesi. (2 anni, 2 mesi e 30 giorni).

Più nel dettaglio, nella tabella sottostante, vediamo le medie dei parametri appena analizzati, distinte per razza e calcolate a lattazione chiusa nell'anno, per ordine di lattazione sempre in Lombardia (dati bollettino AIA, 2016). Le primipare Frisone rappresentavano circa il 40% del totale delle vacche, un dato che conferma il basso numero di lattazioni medie registrato. Notiamo anche, come all'aumentare dell'ordine di lattazione, peggiorassero i parametri riproduttivi.

Dati bollettino AIA 2016 Frisona Italiana - Lombardia														
Medie provinciali ad anno														
CAT.	VACCHE CONTROLLATE		VACCHE PRESENTI		LATTAZ. CHIUSE	PRODUZIONI			MUNGITURA EFFETTIVA	ETA' AL PARTO		PERIODO PARTO CONC.	INSEMINAZIONI	
	N.	N.	% SU CONTR.	N.		LATTE KG. ± σ	GRASSO %	PROTEINE %		GG. ± σ	A			M
Frisona Italiana														
P.	545.177	261.768	48	390.128	9.994	2.416	3,80	3,35	308	39				
T.					10.156		3,77	3,32			3	8	165	2,9
(A:	88%	B:	39%	C:	35%	D:	175	GG. E:	145	GG.	ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 2)			
<small>P: CAPI PRESENTI TUTTO L'ANNO - T: TOTALE CAPI - A: % GIORNI MUNGITURA - B: % CAPI ENTRATI - C: % CAPI USCITI - D: GIORNI MUNGITURA CAPI ENTRATI - E: GIORNI MUNGITURA CAPI USCITI</small>														
Bollettino dei controlli della produttività del latte - Anno 2016						Bovini								
Numero medio lattazione: 2,28 Interparto: 14.5 mesi														

MEDIE PROVINCIALI A LATTAZIONE											Regione Lombardia	
CATEGORIA	VACCHE CONTROLLATE	LATTAZIONI CHIUSE	PRODUZIONI			ETA' AL PARTO		PERIODO PARTO CONCEP.	LUNGHEZZA LATTAZIONE	INSEMINAZIONI		
			LATTE KG.	GRASSO %	PROTEINE %	A	M				GG.	GG.
Meticcia												
1	11.127	7.091	8.238	3,88	3,39	2	3	148	296	2,6		
2	6.437	3.855	8.952	3,87	3,39	3	5	152	295	2,6		
3	4.215	2.285	8.955	3,87	3,35	4	5	154	295	2,6		
4 E OLTRE	5.279	2.636	8.275	3,87	3,33	6	6	164	295	2,6		
TOTALI	27.058	15.867	8.521	3,87	3,37	3	7	152	295	2,6		
Bruna												
1	3.494	2.199	6.549	4,05	3,59	2	5	171	297	2,3		
2	2.849	1.838	7.012	4,01	3,60	3	6	171	297	2,3		
3	2.445	1.417	7.294	4,00	3,55	4	6	182	297	2,3		
4 E OLTRE	5.853	3.109	7.026	3,98	3,50	6	10	197	298	2,4		
TOTALI	14.641	8.563	6.945	4,00	3,55	4	7	182	298	2,4		
Frisona Italiana												
1	216.168	142.116	9.285	3,72	3,30	2	8	163	298	2,9		
2	128.482	77.808	10.313	3,70	3,28	3	5	174	298	3,1		
3	87.974	49.083	10.556	3,70	3,24	4	5	177	298	3,1		
4 E OLTRE	112.553	56.917	10.214	3,69	3,21	6	4	191	298	3,2		
TOTALI	545.177	325.924	9.884	3,71	3,27	3	7	173	298	3,0		
Valdostana Pezzata Rossa												
1	1	3	3.279	3,67	3,24	2	8	146	292	1,3		
2	4	1	4.129	3,26	3,40	3	8	65	260	1,0		
3	7	4	4.174	3,80	3,36	4	6	180	301	1,5		
4 E OLTRE	3											
TOTALI	15	8	3.833	3,68	3,33	3	8	153	293	1,4		
Pezzata Rossa Italiana												
1	614	441	5.976	3,96	3,44	2	5	153	296	2,1		
2	587	367	6.312	4,04	3,45	3	6	144	292	1,8		
3	480	309	6.646	3,98	3,40	4	6	152	294	2,2		
4 E OLTRE	1.479	831	6.283	3,97	3,37	6	11	151	293	2,1		
TOTALI	3.160	1.948	6.276	3,98	3,40	4	10	150	294	2,1		
Bianca Val Padana												
1	56	31	4.636	3,75	3,47	2	3	89	288	2,2		
2	33	8	4.808	3,65	3,44	3	5	103	287	1,8		
3	6	4	5.319	3,45	3,22	4	5	93	281	1,8		
4 E OLTRE	12	6	5.227	3,59	3,43	7	4	85	277	1,2		
TOTALI	107	49	4.792	3,69	3,44	3	3	98	286	2,0		

Dati Bollettino AIA, 2016

Se guardiamo la tabella successiva relativa al 2019 (dati bollettino AIA), osserviamo un certo miglioramento per alcuni parametri per la Frisona Italiana.

crea
 Cremona, Brescia, Mantova e Pavia
 Centro di ricerca e servizi per l'agricoltura e l'allevamento zootecnico

Bovini
 1 Ott 2018 - 30 Set 2019

Italia
 1.351.442 Capi
 15.316 Allevamenti
 88,2 capi/allev

Lombardia
 598.320 (>44%) Capi
 3410 Allevamenti
 175 capi/allev.

Dati bollettino AIA 2019 Lombardia

MEDIE PROVINCIALI A LATTAZIONE Regione Lombardia

Categoria	Vacche Controllate N.	Lattazioni Chiuse N.	PRODUZIONI			ETA' AL PARTO		Periodo Parto Concep. GG.	Lunghezza Lattazione GG.	Insemin. N.
			Latte KG.	Grasso %	Proteine %	A	M			
Meticcia										
1	11.927	8.170	8.684	3,91	3,43	2	3	144	297	2,5
2	7.270	4.303	9.331	3,88	3,43	3	5	153	296	2,6
3	4.979	2.827	9.457	3,86	3,38	4	5	153	295	2,6
4 e Oltre	6.833	3.402	8.834	3,87	3,35	6	5	158	295	2,5
TOTAL	31.009	18.702	8.977	3,89	3,41	3	7	150	296	2,5
Bruna										
1	3.523	2.381	6.925	4,06	3,67	2	5	171	298	2,3
2	2.874	1.767	7.492	4,02	3,66	3	6	175	298	2,4
3	2.486	1.344	7.752	4,00	3,61	4	6	188	297	2,4
4 e Oltre	5.356	2.703	7.272	3,96	3,53	7	0	196	298	2,4
TOTAL	14.239	8.195	7.297	4,01	3,61	4	6	183	298	2,3
Frisona italiana										
1	227.952	153.024	9.642	3,82	3,36	2	3	154	298	2,7
2	127.258	75.856	10.731	3,78	3,34	3	5	166	298	2,9
3	87.272	48.091	10.959	3,77	3,30	4	5	168	298	2,9
4 e Oltre	105.355	51.735	10.625	3,74	3,26	6	3	179	298	3,0
TOTAL	547.837	328.706	10.241	3,79	3,33	3	6	162	298	2,8
Totale										
1	244.713	164.446	9.538	3,83	3,37	2	3	153	298	2,7
2	136.471	82.585	10.555	3,79	3,35	3	5	165	298	2,9
3	95.672	52.743	10.759	3,78	3,31	4	5	168	298	2,9
4 e Oltre	119.464	58.762	10.302	3,76	3,28	6	4	178	298	2,9
TOTAL	598.320	358.536	10.077	3,80	3,34	3	6	162	298	2,8

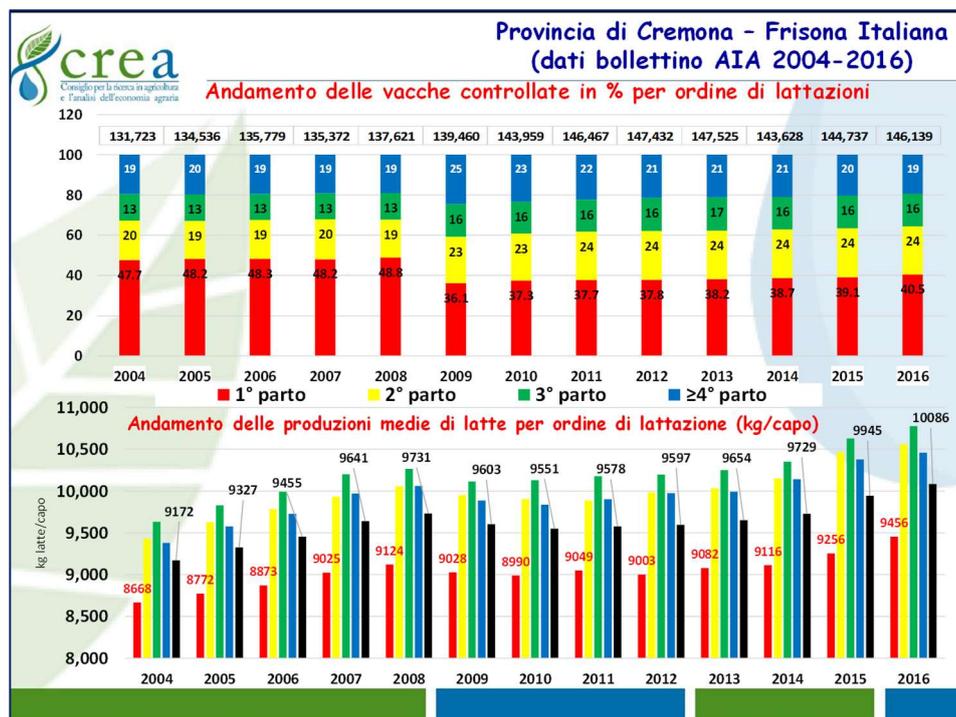
La tabella che segue riporta i dati dei controlli della produttività delle bovine di razza Frisona (dati bollettino AIA, 2019), nelle principali province lombarde; osserviamo che Cremona risulta la provincia con più vacche da latte, seguita da Brescia.

crea

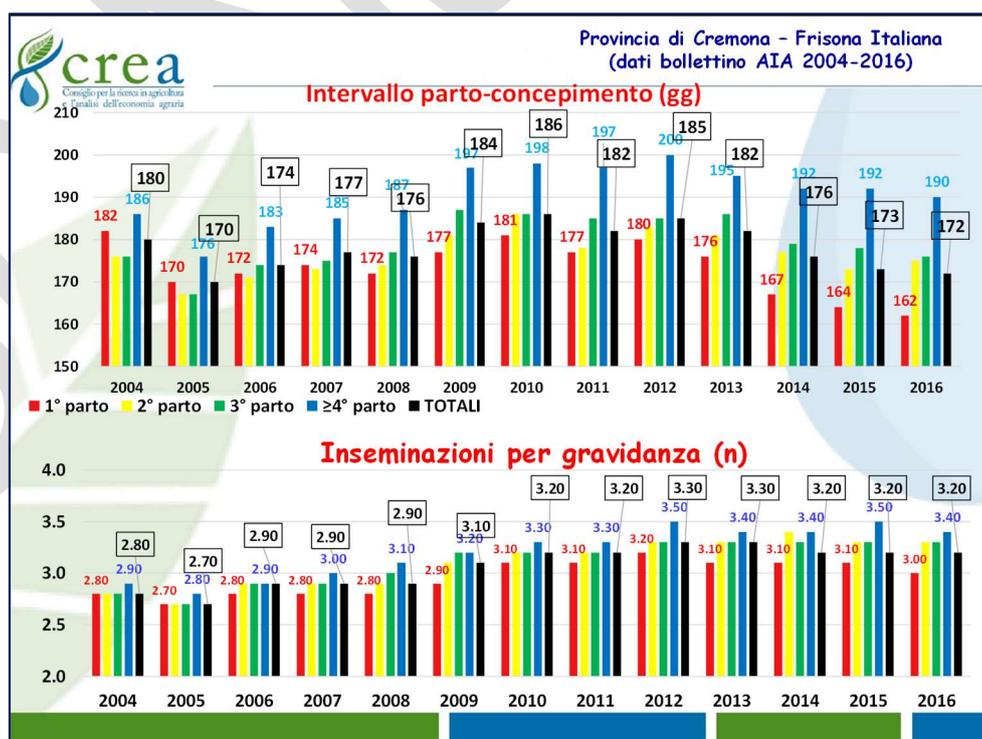
Dati bollettino AIA 2019 Lombardia

C	Vacche Control. N.	Vacche Presenti		Lattaz. Chiuse N.	PRODUZIONI			Mungitura Effettiva		ETA' AL PARTO		Periodo Parto GG.	Insemin. N.	
		N.	% Contr.		Latte KG.	Grasso %	Proteine %	GG.	± σ	A	M			
27% Frisona Italiana Cremona														
P.	148.578	73.278	49	105.54	10.584	2.341	3,93	3,40	310	36				
T.					10.699		3,91	3,37			3	6	159	2,9
(A: 88% B: 39% C: 33% D: 178 gg. E: 144 gg. ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 2)														
25,5% Frisona Italiana Brescia														
P.	140.072	69.414	50	99.403	10.350	2.407	3,80	3,37	312	40				
T.					10.444		3,78	3,34			3	6	160	2,8
(A: 89% B: 38% C: 33% D: 178 gg. E: 141 gg. ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 1)														
20,7% Frisona Italiana Mantova														
P.	113.578	57.667	51	81.886	10.356	2.459	3,81	3,40	309	38				
T.					10.470		3,80	3,38			3	8	156	2,7
(A: 88% B: 36% C: 32% D: 177 gg. E: 141 gg. ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 2)														
15,2% Frisona Italiana Milano														
P.	83.448	41.555	50	60.057	10.273	2.452	3,81	3,39	309	36				
T.					10.406		3,78	3,36			3	7	162	2,8
(A: 88% B: 37% C: 33% D: 176 gg. E: 143 gg. ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 2)														
6,1% Frisona Italiana Bergamo														
P.	33.426	16.587	50	23.792	10.067	2.499	3,86	3,39	310	44				
T.					10.181		3,84	3,35			3	7	169	2,8
(A: 88% B: 36% C: 34% D: 181 gg. E: 138 gg. ETA' AL PARTO PRIMIPARE: 2 2)														

Guardiamo ora, nei due grafici successivi, l'andamento nel periodo 2004-2016, del numero delle vacche di razza Frisona controllate in provincia di Cremona, suddivise in % in base all'ordine di lattazione e l'andamento delle produzioni medie di latte, distinto per ordine di lattazione (kg/capo).



Sono riportati, poi, gli andamenti dell'intervallo parto-concepimento e del numero di inseminazioni per gravidanza nel periodo 2004-2016, suddivisi per ordine di lattazione, sempre per la provincia di Cremona.



Nelle due tabelle sottostanti sono, invece, riportati: nel primo la distribuzione mensile in percentuale dei parti durante l'anno (2016), nelle diverse regioni, mentre nel secondo il rapporto tra i sessi e la percentuale di parti singoli e gemellari registrati (dati bollettino AIA). Dalla prima tabella è possibile osservare come i valori più bassi si osservino nei mesi di aprile e maggio, confermando quanto ben conosciuto e cioè che durante i mesi estivi si hanno tassi di inseminazione e di gravidanza più bassi.

 **Tab. 4 - DISTRIBUZIONE MENSILE DELLE NASCITE NELLE DIVERSE REGIONI**
MONTHLY CALVING DISTRIBUTION IN EACH REGION

REGIONE	TOTALE DELLE LATTAZIONI N.	MESE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Valle d'Aosta	15.483	13,66	8,77	6,55	3,39	1,01	0,14	0,06	0,52	0,88	6,53	31,24	27,26
Piemonte	88.220	9,80	8,32	7,15	4,62	6,34	8,18	6,89	8,18	9,10	10,25	10,46	10,71
Liguria	970	8,18	7,68	9,38	7,68	6,19	9,28	9,28	8,28	7,49	8,48	8,98	9,08
Lombardia	417.217	9,95	8,02	7,11	5,00	6,15	8,06	7,04	8,09	9,45	10,28	10,12	10,73
Trentino Alto Adige	63.709	8,97	8,47	7,78	5,82	5,51	6,41	7,32	8,00	9,84	11,27	10,59	10,03
Friuli Venezia Giulia	25.934	9,58	8,04	7,34	5,23	6,56	8,38	7,14	7,81	9,09	10,28	10,20	10,35
Veneto	72.798	10,42	8,38	7,07	4,91	5,49	7,26	6,46	7,52	9,40	10,87	10,87	11,34
Emilia Romagna	164.289	9,46	8,00	7,24	5,17	6,82	8,76	7,76	8,21	9,25	9,71	9,39	10,22
Toscana	4.023	9,05	9,05	7,47	5,72	6,42	7,76	6,86	8,44	9,86	9,42	10,12	9,81
Umbria	4.507	9,60	8,90	6,51	4,75	5,86	7,76	7,97	8,54	9,12	10,01	10,65	10,33
Marche	1.966	10,90	7,60	7,00	4,15	5,50	7,75	7,75	8,40	9,65	9,65	11,15	10,50
Lazio	18.496	10,71	8,72	7,68	5,65	5,88	7,26	6,88	8,46	9,30	9,39	9,57	10,51
Abruzzo	8.295	9,61	8,79	8,36	6,65	6,62	7,38	7,45	8,61	9,62	8,60	9,46	8,85
Molise	3.961	8,90	8,35	7,29	8,28	7,46	8,53	7,49	8,90	9,12	8,26	7,83	9,59
Campania	5.914	10,18	8,70	7,85	6,47	6,49	7,68	6,77	8,08	9,21	8,78	10,25	9,53
Puglia	29.470	9,50	8,25	7,99	7,12	7,30	8,73	8,10	8,56	8,47	8,51	8,62	8,86
Basilicata	13.193	9,17	7,88	7,78	5,78	6,10	7,23	7,76	8,80	8,74	10,14	10,01	10,62
Calabria	6.910	8,75	8,54	7,25	5,76	5,25	7,41	8,17	8,71	9,42	8,99	11,43	10,31
Sardegna	18.287	10,35	8,76	8,04	5,45	5,73	6,08	6,07	8,65	9,36	10,09	10,54	10,87
Sicilia	17.990	14,17	11,78	6,25	0,07	0,08	0,09	8,81	10,70	12,36	13,16	10,87	11,67
Tutte	981.632	9,93	8,24	7,24	5,07	6,03	7,71	7,09	8,05	9,27	10,16	10,40	10,81

SONO COMPRESI GLI ABORTI TARDIVI (DAL 6° MESE DI GRAVIDANZA)
LATE ABORTIONS ARE INCLUDED (FROM 6TH PREGNANCY MONTH)
Controlli della produttività del latte in Italia - Statistiche Ufficiali - Anno 2016

Dall' 7/1/2015 al 6/30/2016
from 7/1/2015 to 6/30/2016
Bovini

 **Dati bollettino AIA 2016**

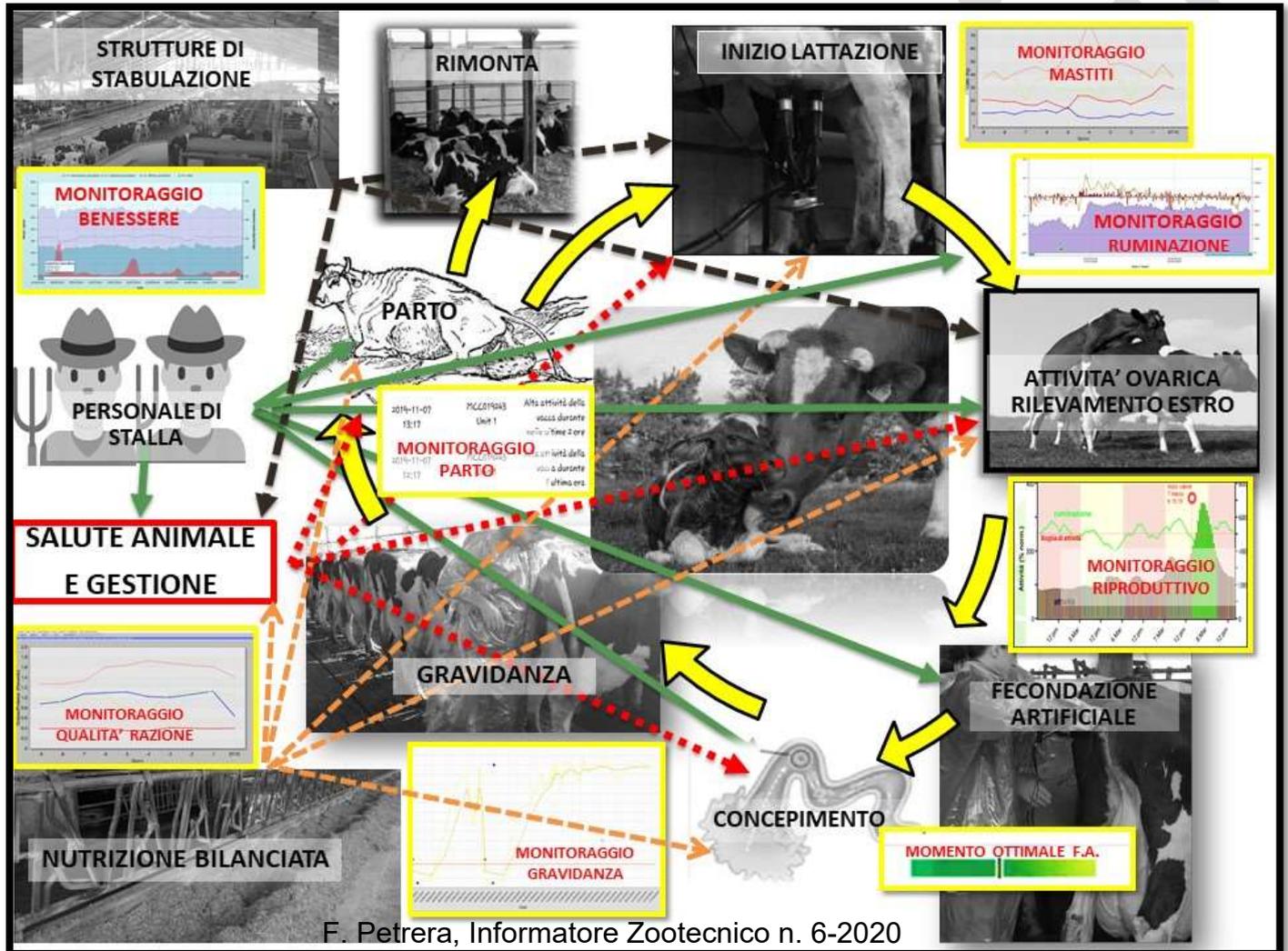
Tab. 6 - RAPPORTO TRA I SESSI NELLE DIVERSE REGIONI
SEX RATIO IN EACH REGION

REGIONE	PARTI E ABORTI TARDIVI CON INDICAZIONE DEL SESSO DEL NATO O FETO					
	GEMELLARITA'			RAPPORTO TRA I SESSI		
	TOTALE N.	SINGOLI %	GEMELLARI %	TOTALE N.	MASCHI %	FEMMINE %
Valle d'Aosta	15.111	98,79	1,21	15.295	51,68	48,32
Piemonte	87.344	97,93	2,07	89.169	47,43	52,57
Liguria	1.036	96,24	3,76	1.077	49,30	50,70
Lombardia	413.836	97,54	2,46	424.054	48,53	51,47
Trentino Alto Adige	62.433	96,89	3,11	64.389	50,36	49,64
Friuli Venezia Giulia	25.594	96,56	3,44	26.485	49,74	50,26
Veneto	72.302	97,56	2,44	74.082	49,20	50,80
Emilia Romagna	163.526	97,67	2,33	167.402	49,58	50,42
Toscana	4.097	97,95	2,05	4.185	45,69	54,31
Umbria	4.505	97,38	2,62	4.627	48,20	51,80
Marche	1.942	97,01	2,99	2.000	45,90	54,10
Lazio	18.471	97,94	2,06	18.852	46,79	53,21
Abruzzo	8.252	98,09	1,91	8.418	48,85	51,15
Molise	3.937	97,31	2,69	4.046	48,47	51,53
Campania	5.838	97,05	2,95	6.012	47,11	52,89
Puglia	29.443	97,14	2,86	30.350	47,94	52,06
Basilicata	13.167	97,39	2,61	13.516	50,02	49,98
Calabria	6.900	97,70	2,30	7.061	45,76	54,24
Sardegna	18.251	97,69	2,31	18.680	50,95	49,05
Sicilia	17.949	97,80	2,20	18.350	49,99	50,01
Tutte	973.934	97,55	2,45	998.050	48,85	51,15

Migliorare le prestazioni produttive e riproduttive delle bovine da latte

Nell'allevamento bovino da latte l'efficienza economica dell'azienda dipende dalla produzione di latte che a sua volta è strettamente legata all'efficienza riproduttiva della mandria.

Come ben sappiamo, per raggiungere l'obiettivo di una produzione ottimale di latte, la bovina deve partorire un vitello sano e vitale (le femmine rappresenteranno la futura rimonta).



L'immagine sopra rappresenta le strette relazioni tra gestione, nutrizione, strutture di stabulazione, salute e fertilità delle bovine da latte e il possibile ruolo del monitoraggio automatico dei parametri attraverso i sensori di zootecnia di precisione (da Rodriguez-Martinez H. et al. 2009, modificato da F. Petrera). Nel periodo dopo il parto, la vacca deve incrementare velocemente sia la **produzione** di latte che l'ingestione di sostanza secca, mentre l'utero deve andare incontro a una rapida e fisiologica **involutione**, a cui deve seguire la normale ripresa dell'attività ovarica, con le relative *manifestazioni estrali*. È essenziale, quindi, un accurato *riconoscimento dell'estro* da parte del personale aziendale (che deve essere ben addestrato) o attraverso l'uso di ausili o di tecnologie di rilevazione automatizzata dei calori. Quindi, trascorso il periodo di attesa volontario post parto,

deve essere eseguita la fecondazione artificiale, nel momento ottimale (rispetto all'ovulazione) e in modo corretto, utilizzando seme congelato di tori provati (o *genomici*), conservato idoneamente nel bidone dell'azoto, scongelato e depositato correttamente in utero (nel corpo uterino), per avere un alto tasso di concepimento. Occorre poi assicurare anche durante il periodo di gravidanza condizioni ottimali di salute e benessere sino al **parto successivo**. È importante, inoltre, ricordare l'importanza del monitoraggio continuo del delicato momento del parto, poiché complicazioni in questa fase, con prolungamento del travaglio dovuto a distocie e favorito, anche, da un'assistenza ritardata, possono provocare la morte del nascituro oppure predisporre a patologie dell'apparato riproduttivo, in grado di compromettere la futura produzione di latte e le *performance* riproduttive della bovina.

Tutto questo ciclo produttivo e riproduttivo è possibile solo se si può garantire a ogni bovina una gestione ottimale di tutti gli aspetti, dall'alimentazione, alle strutture di stabulazione, ai dispositivi di controllo delle condizioni ambientali, fino al personale addetto alla stalla.

Gli alimenti, inclusa l'acqua di abbeverate, devono essere sempre disponibili e di elevata qualità. La razione deve coprire i fabbisogni specifici di ogni fase produttiva delle bovine, assicurando un'alta ingestione di sostanza secca in particolare durante la fase iniziale della lattazione, garantire un'adeguata attività di ruminazione, evitare sia un eccessivo bilancio energetico e proteico negativo che ridurre l'incidenza dell'ipocalcemia (poiché riducono la funzionalità del sistema immunitario, aumentando la suscettibilità alle patologie del post parto).

Le strutture di stabulazione devono assicurare zone di riposo confortevoli, una buona pulizia delle diverse aree, spazi adeguati in mangiatoia, suddivisione degli animali in gruppi omogenei per evitare problemi di gerarchie, sovraffollamento e attese troppo lunghe durante la mungitura. Importantissima anche la presenza di sistemi e dispositivi di controllo delle condizioni di temperatura e umidità ambientali per il contenimento dello stress da caldo, ma anche il riparo dalle correnti d'aria.

Il personale di stalla deve essere adeguatamente preparato e qualificato per gestire la mandria, deve essere in grado di riconoscere le bovine in calore e conoscere i segni precoci di insorgenza di stati patologici.

Nonostante però gli enormi progressi scientifici e tecnologici compiuti nel settore zootecnico, l'**ipofertilità** rappresenta uno dei principali **problemi** dell'allevamento bovino da latte, e insieme alle patologie mammarie e podali, è una delle prime cause di **riforma** involontaria e, quindi, della bassa longevità delle bovine.

Dati oggettivi per misurare le prestazioni riproduttive => resa economica aziendale

Parametri riproduttivi	Obiettivo	medie
Periodo di attesa volontario post-partum Giorni parto - 1° fecondazione	45-60 d < 70 d	
Intervallo parto-concepimento (Days open) Inseminazioni/gravidanza (Service Rate)	< 90- 110 d 1,5-2,0	165 d 2,9
Tasso di rilevamento dei calori (HDR, SR) (% di bovine fecondate dopo il VWP)	> 55 % (60-80%)	
Intervallo tra inseminazioni	25-30 d (60-70%: 17-26 d) 50-60%	
Tasso di concepimento (CR: gravide/inseminate) 1° IA	(40% vacche; 70% manze)	
Tasso percentuale di gravidanza (PR: HDR x CR) (% di vacche gravide in 21 gg, probabilità che ciascuna bovina in allevamento ha di ingravidarsi a ogni ciclo estrale.	> 17 (20) %	13-14 %
Manze : età alla prima inseminazione Età al 1° parto	< 15 m 24 m	19 m 27-28 m
Interparto Giorni medi in lattazione Riforma per problemi riproduttivi	365-410 (380 d) 155-165 d < 5-8%	435-440

La valutazione dell'efficienza riproduttiva aziendale può essere effettuata attraverso alcuni parametri detti "indici riproduttivi" o "indici di fertilità". Alcuni parametri sono semplici, altri invece sono composti e si calcolano. Tra i più utilizzati abbiamo il periodo di attesa volontario post-partum, l'intervallo parto-1° fecondazione, l'intervallo parto-concepimento (days open), l'interparto, il tasso di rilevamento calori (Heat Detection Rate, HDR), il tasso

percentuale di gravidanza (Pregnancy Rate, PR), il tasso di concepimento (Conception Rate, CR), le inseminazioni per gravidanza (Service Rate), l'intervallo tra le inseminazioni, l'età al primo parto e i giorni medi in lattazione.

L'**ipofertilità** causa, innanzitutto, l'allungamento dell'interparto, che determina a sua volta la *riduzione* del numero di lattazioni per ciclo produttivo, della produzione di latte per vacca (aumentano i giorni medi di lattazione della mandria), dei vitelli nati, delle manze da rimonta, con *l'aumento* dei costi per i trattamenti terapeutici, della % di riforma delle vacche e della % di rimonta dall'esterno. Tutto questo si traduce nel rallentamento del miglioramento genetico della mandria e in *gravi perdite economiche*.

Negli ultimi decenni si è osservato un sostanziale peggioramento delle performance riproduttive, a fronte della crescita costante delle produzioni di latte/capo. Questo peggioramento, può essere giustificato solo parzialmente dalla notevole pressione metabolica cui sono sottoposte le vacche da latte più produttive, perché sappiamo che ci sono allevamenti in cui, grazie ad una attenta gestione aziendale degli aspetti sia nutrizionali che sanitari (in particolare durante la transizione), si possono ottenere ottimi risultati anche dal punto di vista riproduttivo.

Una delle principali sfide del moderno allevamento bovino da latte è il miglioramento della fertilità e del livello di benessere e salute animale, anche per rispondere alle richieste della Comunità

Nonostante gli enormi progressi nella conoscenza della fisiologia della riproduzione e lo sviluppo di numerosi ausili per il rilevamento degli estri, **l'efficienza riproduttiva rimane un grosso problema**

ALLUNGAMENTO DELL'INTERPARTO

- ↓ n. lattazioni /ciclo produttivo,
- ↓ produzione di latte / vacca (> DIM medi),
- ↓ vitelli venduti,
- ↓ meno manze da rimonta,
- ↑ costi per trattamenti,
- ↑ % riforma, rimonta esterna
- Rallenta il miglioramento genetico della mandria,
- perdita economica netta,

Le cause principali sono di ordine manageriale:

- mancato riconoscimento dei calori
- e/o I.A. al momento sbagliato.



Europea di ridurre l'uso degli antibiotici (e dei farmaci più in generale) in zootecnia. Occorre quindi migliorare sia l'efficienza riproduttiva (monitorando le bovine in calore ed effettuando la fecondazione artificiale (FA) correttamente e al momento ottimale, per migliorare il tasso di concepimento), che l'efficienza produttiva e sanitaria, monitorando costantemente la mandria per prevenire le patologie e diagnosticarle precocemente, al fine di ridurre gli interventi farmacologici a solo quelli necessari. L'osservazione diretta delle bovine è, però, un'operazione impegnativa, dispendiosa e difficoltosa, specialmente negli allevamenti di grandi dimensioni.

L'efficienza riproduttiva delle bovine da latte è influenzata da diversi fattori, legati sia all'animale, quindi alla fertilità della manza/vacca (e del toro) che a sua volta è influenzata da fattori genetici, fisiologici (come l'età e lo stadio di lattazione), nutrizionali (copertura di tutti i fabbisogni, assenza di sostanze indesiderate) e sanitari (presenza di patologie metaboliche, infettive, riproduttive), che all'ambiente e, soprattutto, alla gestione dell'azienda.

Questi fattori sono in grado di incidere con un peso diverso da azienda ad azienda. Molti dei problemi più comuni, come il basso livello di riconoscimento delle bovine in estro e l'errata gestione del bidone dell'azoto, del seme bovino congelato, fino all'esecuzione della FA in modo non adeguato e nel momento non ideale rispetto all'ovulazione, sono state oggetto delle numerose azioni informative e dimostrative organizzate nell'ambito del progetto NEW4REP.

Sappiamo che il ciclo estrale della bovina si manifesta mediamente ogni 21 giorni (variando tra 17 e 24 giorni); la fase dell'estro, invece, può durare per un periodo tra le 12 e le 18 ore, variando tra le 4 e le 30 ore, mentre l'ovulazione si ha circa 24-30 (17-38) ore dopo l'inizio del calore (inizio *standing heat*), o tra le 6 e le 18 ore dopo la fine dell'estro.

crea Efficienza riproduttiva aziendale

È determinata da fattori:
genetici,
fisiologici, sanitari, nutrizionali, ambientali...

1. Fertilità del toro 

2. Fertilità della bovina:
età, stadio di lattazione
patologie riproduttive, problemi al parto,
Patologie metaboliche: stato nutrizionale (BCS, bilancio energetico-proteico neg.)

Body Condition Scoring in Dairy Cattle

2.0 2.5 2.75

crea Efficienza riproduttiva aziendale

... e gestionali:

3. Rilevazione dei calori (efficacia)
Esperienza dell'addetto:

- ✓ errori di efficienza: non osservazione/non corretto riconoscimento dei segni del calore,
- ✓ errori di accuratezza: IA di bovine non in calore,
- ✓ errori di registrazione: errori di identificazione dell'animale o di registrazione data.

Efficienza dei sistemi tecnologici

- Sensibilità e specificità dei sensori per il rilievo automatico dei calori.

4. Tecnica di inseminazione artificiale (efficienza)

- Momento corretto dell'IA in relazione all'ovulazione.
- Adeguata tecnica di IA, rispetto delle norme igieniche, prelievo dal bidone dell'azoto e scongelamento delle fiale corretto, rispetto dei tempi.

Con un peso diverso da azienda ad azienda e da bovina a bovina.
TASSO % DI GRAVIDANZA: è il risultato di questi 4 fattori

Il ciclo estrale si caratterizza per la comparsa di diversi *segni fisiologici e comportamentali* che generalmente precedono l'ovulazione (periodo peri-estrale). Tali comportamenti sono conseguenti alla riduzione nel sangue del progesterone e all'incrementata produzione di estrogeni. Il più conosciuto e tipico è il comportamento *dell'immobilità alla monta*

(*standing heat*), un segno primario, quando la bovina non scappa e accetta questo evento; ma la sua manifestazione, di durata molto breve, è influenzata da diversi fattori sia legati all'animale che all'ambiente di stabulazione.

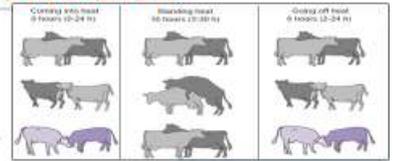
La bovina esibisce anche *altri comportamenti* (segni secondari), come il cavalcare o tentare di montare altre bovine, il restare ferma all'appoggio del muso sulla groppa di altre vacche, il montarle dalla parte della testa, l'annusare la vagina di altre bovine, il riflesso di Flehmen, le vocalizzazioni, ecc. in genere esibiti prima o subito dopo il periodo di "ferma alla monta". Sappiamo, però, che il riflesso di immobilità è presente anche nel 4,5% delle vacche non in calore e nel 7.3 % di quelle gravide (Williamson et al., 1972). Sono, poi, *rilevabili* anche la presenza di scolo di muco vaginale chiaro e filante, vulva edematosa, tono muscolare uterino, segni che aiutano a riconoscere se le bovine sono in calore. Tra gli altri indicatori di calore abbiamo l'irrequietezza e l'aumento dell'attività motoria (aumento del camminamento e dei movimenti della testa), la riduzione dell'ingestione e della ruminazione, una certa ritenzione di latte (< 2-8%), il crollo del livello del progesterone (P4) nel latte, fino alla variazione della temperatura corporea, che possono essere misurati automaticamente per mezzo di sensori (Roelofs et al., 2010; Stevenson, 2013; Stevenson et al., 2014; Silper et al., 2015).

L'estro vero si caratterizza per: basso livello di progesterone (<1 ng/mL) + almeno 1 follicolo preovulatorio (>12 mm; 12-25 mm) + assenza di un corpo luteo (10-15 mm) (Stevenson et al., 2014).



Ciclo estrale e manifestazioni

- ☐ **Ciclo estrale:** ± 21 d (18-24 d)
- ☐ **Durata dell'estro/calore:** 12-18 h (4-24 h)
"Estro: un segno esterno e visibile dell'ovulazione, un evento interno e invisibile".



Cambiamenti fisiologici e comportamentali nel periodo peri-estrale

- ✓ **Aumento dell'attività** (camminamento e movimenti),
 - ✓ **riflesso di immobilità alla monta**,
 - ✓ **cavalcare** o tentare di montare altre bovine,
 - ✓ **annusare** la vagina di altre bovine, riflesso di **Flehmen**,
 - ✓ **vocalizzazioni, irrequietezza**,
 - ✓ **restare ferma all'appoggio del muso** sulla groppa di altre vacche,
 - ✓ **montare le altre vacche dalla parte della testa**,
 - ✓ **Scolo di muco vaginale chiaro, filante**,
 - ✓ **vulva edematosa**,
 - ✓ **tono muscolare uterino**,
 - ✓ **↑ temperatura corporea**,
 - ✓ **ritenzione di latte** (↓ 2-8%),
 - ✓ **↓ DMI- ruminazione**
(Stevenson, 2013; Stevenson et al., 2014; Roelofs et al., 2010; Silper et al., 2015)
- Immobilità: nel 4,5% vacche non in calore, 7.3 % gravide** (Williamson et al., 1972)

L'ovocita ha una vita fertile breve, di circa 6-8 ore dopo l'ovulazione (Roelofs et al., 2006) viaggia molto velocemente verso l'ovidutto, dove avviene la fecondazione. Gli spermatozoi usati per la FA (seme congelato convenzionale) hanno, invece, una vita fertile di circa 12-24 (fino a 30) ore dal momento della FA, ma necessitano di 6-10 ore per raggiungere l'ovocita ed effettuare la capacitazione.

Per aumentare la probabilità di concepimento, la FA deve essere quindi eseguita in un periodo preciso di tempo rispetto al momento dell'ovulazione; pertanto, oltre a riconoscere le bovine in calore, è importante per l'allevatore sapere anche quando è iniziata la manifestazione estrale (o ha raggiunto il picco di intensità).

OVULAZIONE






IN RELAZIONE AI SEGNI DELL'ESTRO O AL SUPERAMENTO DELLA SOGLIA DI ALLARME:
24-30 h dopo l'inizio dell'attività

- > 25.4 ± 0.5 h (primipare) and 27.0 ± 0.8 h (pluripare) (Stevenson et al., 2014).
- > 27.6 ± 5.4 h dopo l'inizio dell'estro (first standing event or increased activity) (Walker et al., 1996; Lopez-Gatius et al., 2005)
- > 26-33 h dopo il superamento della soglia di allarme/l'aumento di attività (Roelofs et al., 2005; Hockey et al., 2010; Yoshioka et al., 2010; Bombardelli et al., 2015).

o 12-19 h dopo la fine dell'aumento di attività
 (Roelofs et al., 2005; Hockey et al., 2010).
 10 h (PRI) - 11 h (MUL) dopo la fine dell'estro (Trinberger, 1948)

Oocita: vita fertile 6 -12 h dopo l'ovulazione
Spermatozoo: vita fertile 12-24 h dopo l'IA
Fecondazione: nell'ovidutto

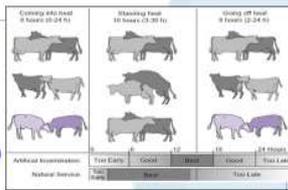
In relazione all'inizio dell'estro

Il momento ottimale per effettuare la FA in relazione alla manifestazione dei segni dell'estro è oggetto di numerose ricerche da decenni. Una delle prime indicazioni (ancora ampiamente in uso) prevedeva il metodo mattino/pomeriggio, fecondando al pomeriggio le bovine viste in calore al mattino e il mattino successivo quelle rilevate il pomeriggio.

In relazione all'inizio dell'estro (o al superamento della soglia di attività delle tecnologie di rilievo dei calori, come vedremo più avanti), diversi autori considerano l'intervallo tra 4-6 ore fino a 14-18 ore dopo l'inizio dell'estro (tra metà e fine calore) (Maatje et al., 1997; Dransfield et al., 1998; Saacke et al., 2000; Roelofs et al., 2008); mentre in relazione alla fine dell'estro, fino a un massimo di 6 ore dopo.

In relazione al momento (presunto) dell'ovulazione: da 6 a 24 ore prima dell'ovulazione (Trinberger, 1948).

MOMENTO OTTIMALE DELL'IA

IN RELAZIONE ALL'OVULAZIONE
24-6 h prima (Trinberger, 1948) -

IN RELAZIONE ALL'INIZIO DELL'ESTRO (SUPERAMENTO SOGLIA DI ATTIVITÀ)

- ✓ **4/6 - 14/18 h dopo l'inizio dell'estro (metà-fine calore)**
 (Maatje et al., 1997; Dransfield et al., 1998; Saacke et al., 2000; Roelofs et al., 2008)
- ✓ AI 0-12 h (MUL: CR= 35%), 13-16 h (PRI: CR= 48%) after PASSING activity threshold using neck collar (Sdet, Select Sires Inc.). Mean duration of activity: 10.2 ± 0.1 h (4,019 cows in 19 herds, Stevenson et al. 2014)

1) Due volte al giorno: a.m. (< h 9.00)/ p.m. (> h 12.30) protocollo (Trinberger, 1943).
2) Una volta al giorno: IA at h 8.00-11.00 (max non ritorno a 90d).

□ FA precoce (24-12 ore prima dell'ovulazione) o 0-12 ore dopo l'inizio dell'estro = Alta qualità degli embrioni, basso CR (Roelofs et al., 2006; Dalton et al., 1998, 2001);

□ FA tardiva (0-16 ore prima dell'ovulazione) = 12-24 ore dopo l'inizio dell'estro (primo cavalcamento passivo) = Alto CR, bassa qualità degli embrioni (Dalton et al., 1998; Hockey et al., 2010)

Buon compromesso tra qualità embrionale e tasso di fertilità: effettuare la FA 12 ore dopo l'inizio del calore (manifestazione del cavalcamento passivo). Preferire un'inseminazione precoce piuttosto che tardiva, quando il momento preciso dell'ovulazione non è conosciuto (Dalton et al., 2001; Roelofs et al., 2006).

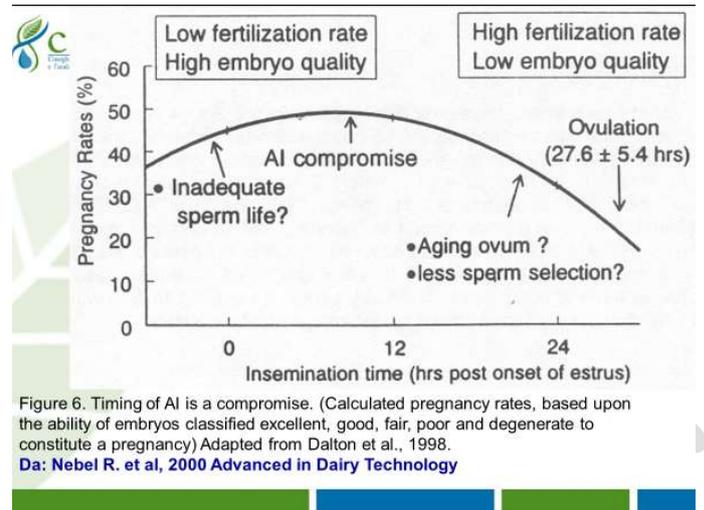
In relazione al **momento del picco (rilevabile con le tecnologie)**, il momento migliore è disponibile grazie alle finestre di FA che approfondiremo più avanti.

PROTOCOLLI DI INDUZIONE E SINCRONIZZAZIONE DEGLI ESTRI E DELLE OVULAZIONI

Tra i metodi *alternativi* per gestire gli aspetti riproduttivi vi è l'uso dei vari protocolli di induzione e sincronizzazione degli estri e delle ovulazioni, con fecondazioni a tempo più o meno fisso, e/o l'impiego di sistemi tecnologici per il rilievo automatico delle bovine in calore.

Il ricorso ai primi metodi, che prevedono l'utilizzo di farmaci (ormoni e analoghi sintetici), e possono essere utilizzati per gestire il problema del riconoscimento degli estri in azienda, poter programmare i parti in scaglioni o avere produzione di latte più concentrate o meglio distribuite durante tutto l'anno, è da *definire* con il proprio medico veterinario aziendale.

Al riguardo si rinvia il lettore ad approfondire la letteratura in merito, a consultare le presentazioni dei relatori che hanno partecipato alle azioni informative e gli articoli, disponibili sul sito del progetto.



METODI TRADIZIONALI DI RILEVAZIONE DEGLI ESTRI

OSSERVAZIONE DIRETTA DELLA MANDRIA

Il metodo più diffuso negli allevamenti (a livello mondiale) è quello basato sul riconoscimento, tramite osservazione della mandria, dei vari cambiamenti fisiologici e comportamentali tipici dell'estro. Molti studi si sono concentrati sul segno più pronunciato e caratteristico: il "ferma alla monta" o "immobilità al cavalcamento passivo", che però determina un'efficienza di individuazione delle bovine in calore molto variabile. Tale metodo, molto impegnativo, è sicuramente più efficiente se praticato nelle aziende di piccole dimensioni, se ci si avvale di una lista delle bovine da controllare, se praticato almeno 2 volte al giorno e per periodi di 20-30 minuti, cambiando spesso anche il luogo dell'osservazione. L'accuratezza può essere molto elevata, fino al 90% (Lacerte, 2003).

I *fattori* che influenzano l'efficienza del metodo visivo sono:

- frequenza, durata e ora della giornata in cui si effettua l'osservazione (efficienza: 2/die: 65-75%; 3/die: 70-80% (Van Vliet and Van Eerdenburg; (Mottram, 2016). Basandosi sul "ferma alla monta" l'efficienza varia dal <50 al 90% (Van Vliet and Van Eerdenburg, 1996; Van Eerdenburg et al., 2002; Lopez et al., 2005; Roelofs et al., 2006); infatti, questa manifestazione ha una durata molto limitata e la sua espressione è influenzata da fattori genetici e ambientali. Sappiamo che per effetto del ritmo circadiano, però, il 70% dell'attività di "standing" si verifica nelle ore di minor presenza in azienda, tra le ore 18/19 e le ore 06/07 del mattino e spesso l'inizio dell'estro si ha intorno a mezzanotte (Hurnik et al., 1975);

- dimensioni mandria, numero di vacche/operatore.

Inoltre, l'espressione dei calori può essere altamente variabile, con presenza di vacche con calori deboli o ovulazioni silenziose (8-15%).

OSSERVAZIONE ASSISTITA

Questo metodo, che si basa sempre sulla manifestazione del riflesso di immobilità allo **scavalcamento**, prevede l'utilizzo di *ausili*, cioè gessetti o formulazioni coloranti o dispositivi meccanici da applicare o incollare sulla groppa o alla base della coda delle bovine. In seguito allo scavalcamento da parte di una bovina, questi sistemi subiscono lo *schiacciamento* e cambiano o emettono colore o causano lo spandimento del colore sul pelo, permettendo all'allevatore di identificare le bovine in calore anche quando le manifestazioni si presentano per brevi intervalli e in orari in cui il personale di stalla non è presente.

crea **METODI «TRADIZIONALI»**
PER IL RICONOSCIMENTO
DELLE BOVINE IN ESTRO

BASATI SU «IMMOBILITÀ ALLA MONTA»

1. OSSERVAZIONE DIRETTA DELLA MANDRIA:

- metodo impegnativo in grandi aziende,
- efficienza: dipende da frequenza, durata e ora della giornata.

2. ASSISTITA (GESSETTI, VASCHE...TAIL PAINT) -

- formulazioni coloranti o dispositivi meccanici applicati su groppa / coda,
- emettono o cambiano colore dopo lo schiacciamento (scavalcamento)
- Aiutano visivamente l'allevatore a identificare le bovine in calore

DISPOSITIVI ELETTRONICI DI PRESSIONE

Sistema HeatWatch®: rileva il cavalcamento, invia un segnale (via radio frequenza) a un PC che avvisa l'allevatore su: bovina in calore, data, ora e durata di ciascuna monta.

METODI *TECNOLOGICI* DI RILEVAZIONE DEGLI ESTRI

Le tecnologie di zootecnia di precisione (Precision Livestock Farming tools)

per il monitoraggio dei calori, dello stato di salute e del benessere delle bovine.



Come abbiamo già visto, le bovine mostrano durante il periodo estrale numerose variazioni fisiologiche e comportamentali (oltre il riflesso di immobilità allo scavalcamento), come l'irrequietezza, l'aumento dell'attività motoria, la riduzione della ruminazione (e dell'ingestione), la variazione della temperatura corporea, la riduzione della produzione (ritenzione) del latte e della concentrazione di progesterone, ecc.; tutti parametri che possono essere misurati "automaticamente" sugli animali o sul latte utilizzando dei *sensori*.

Come già sappiamo, le tecnologie più recenti *supportano* l'allevatore nel controllo della mandria in diversi momenti del ciclo produttivo delle bovine, non solo nel riconoscimento delle bovine in calore, ma anche di quelle gravide, in anaestro, con cicli irregolari o che hanno subito aborti, fino al monitoraggio della produzione quanti-qualitativa del latte, dello stato metabolico, sanitario e di benessere delle bovine.

Lo sviluppo dei sensori, iniziato decenni fa per rispondere al bisogno di individuare automaticamente le bovine in calore e misurare le produzioni di latte, più recentemente ha incluso tra

le finalità *diagnostiche* la possibilità di riconoscere anche le principali problematiche che condizionano le performance e il benessere delle vacche, tra cui le mastiti e le malattie metaboliche.

Le tecnologie di zootecnia di precisione (ZdP) possono essere classificate in due principali tipologie:

- **da installare sulle bovine** (principalmente sul collo, sull'orecchio, sul piede, sulla groppa/coda, a livello intravaginale), per monitorare i parametri in continuo sia sulle vacche (durante la fase di lattazione e l'asciutta) che sulle manze,
- **associate ai sistemi di mungitura** (tradizionali o robotizzata, AMS), con rilievi 2-3 volte al giorno, come gli analizzatori automatizzati del latte, le pesche (fuori dalla sala o nel AMS), le termocamere per rilevare stati infiammatori o lo stato di ingrassamento (BCS), etc.

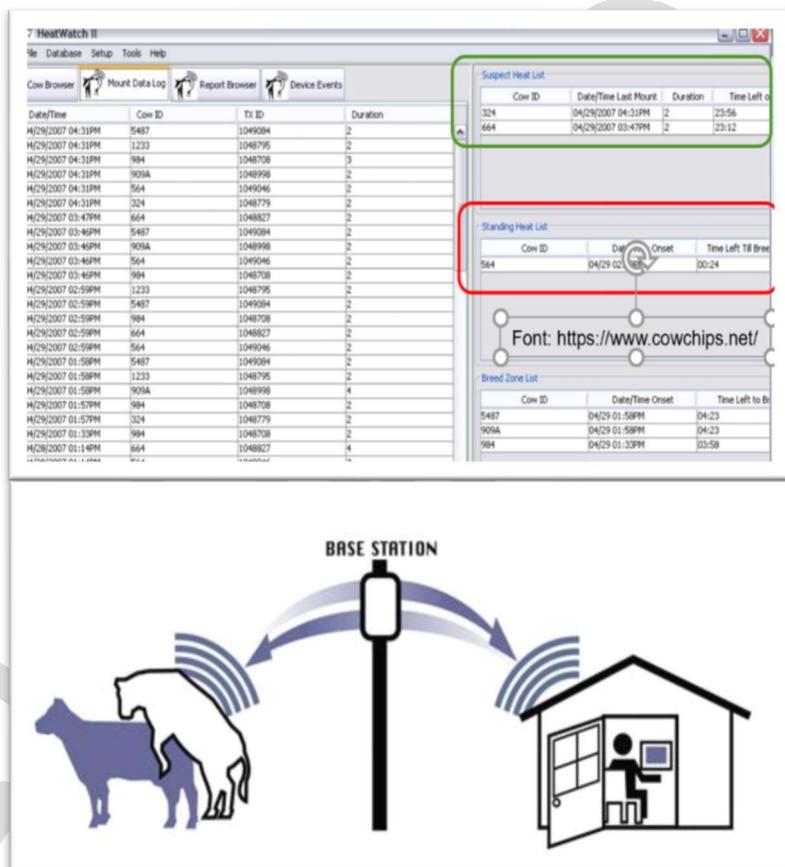
Sul mercato mondiale sono presenti dai sistemi per il rilevamento del riflesso di immobilità allo scavalco (sensori elettronici di monta) e delle variazioni della temperatura corporea (sonde), poco diffusi in Italia, ai più conosciuti dispositivi che monitorano solo l'attività motoria (classici pedometri contapassi e attivometri) o questa insieme ad altri parametri come la ruminazione, l'ingestione, il riposo etc. (accelerometri), fino ad arrivare ai più sofisticati mini-laboratori di stalla per il monitoraggio della concentrazione dei parametri nel latte (analizzatori del latte). Spesso in un'azienda possiamo trovare più tipi di sensori per manze e vacche.

SENSORI DI MONTA

Il segno principale del calore, cioè l'immobilità allo scavalcamento passivo degli animali, può essere rilevato automaticamente per mezzo di tecnologie, conosciute come dispositivi elettronici di monta. Questi sistemi prevedono un sensore di pressione da posizionare sulla groppa nello stesso punto dove si mettono i dispositivi coloranti; devono poter essere applicati e rimossi facilmente ed essere biocompatibili, senza infastidire l'animale (De Rensis et al., 1998). Quando il sensore è stimolato dalla pressione del peso dell'animale (per almeno 2"), emette un impulso elettromagnetico che invia un segnale via radio frequenza a una centralina collegata con un computer per segnalare all'allevatore le bovine in calore, con la data, l'ora e la durata di ciascuna monta. Tra i sensori di monta elettronici in commercio (all'estero) c'è il sistema Heat Watch (Cow Chips LLC, Manalapan, NJ; <https://www.cowchips.net>), il quale genera due liste di attenzione:

- vacche sospette in estro: include quelle che hanno manifestato meno di 3 eventi di scavalcamenti in un certo intervallo stabilito;
- vacche in estro: quelle che hanno ricevuto ≥ 3 eventi di scavalcamento $\geq 2''$ in un intervallo di 4 ore, ad esempio.

Alcuni studi dimostrano che questo sistema di rilevamento è molto efficace ed è in grado di rilevare dall'80% al 100% degli estri (Gwazauskas et al., 1990; Xu et al., 1998).



PEDOMETRI, COLLARI E MARCHE AURICOLARI: DAI SEMPLICI CONTAPASSI, AI MISURATORI DI ATTIVITÀ FINO AI PIÙ RECENTI ACCELEROMETRI 3D

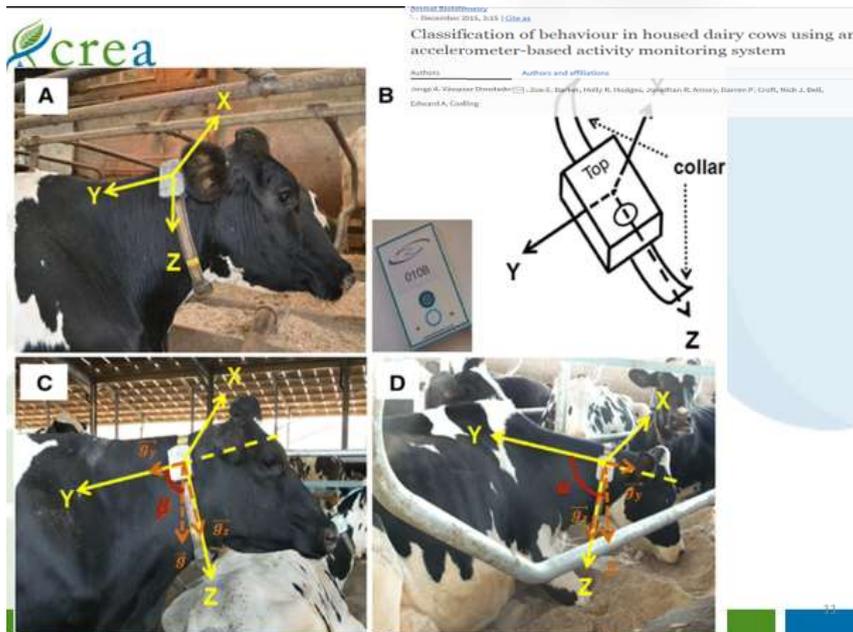
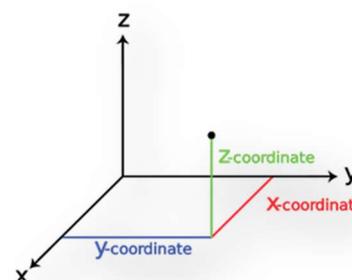
I **sensori** sono dei dispositivi che misurano delle grandezze fisiche. Quelli più utilizzati in campo zootecnico sono i sensori di accelerazione, di temperatura, di componenti chimici, etc.

I primi sistemi di monitoraggio dell'attività motoria, sviluppati a partire dagli anni '70, erano dei semplici dispositivi **contapassi**, per lo più applicati alla gamba delle bovine (pedometri), in cui c'era un interruttore elettrico che si attivava con il movimento del piede (passo) e la conta dei passi era trasferita alla **centralina** per via telemetrica quando la vacca passava sotto l'antenna (generalmente durante le due mungiture). Si caratterizzavano per alti livelli di specificità (bassi falsi positivi, 90-99%), ma sensibilità piuttosto bassa (<70-80%) (Lehrer et al., 1992; Koelsh et al., 1994).

I sistemi di attivometria (o attivometri) messi in commercio successivamente, sviluppati a partire dagli anni '90, si avvalevano di un nuovo sensore, un accelerometro. Questi sistemi monitorano l'attività motoria della bovina e sono disponibili sia come collari che come pedometri; in base alle variazioni dei movimenti registrati, riconoscono le bovine in calore (alta attività) o con problemi di salute (bassa attività).

Questi dispositivi sono le tecnologie più conosciute e i più diffuse per il monitoraggio dei calori nelle nostre aziende. I **dispositivi più recenti**, utilizzano dei sensori in grado di misurare/registrazione i movimenti compiuti dalla bovina (collo/testa, piede), sui 3 assi (x, y, z), in termini di accelerazione (in metri per secondi quadrati): gli **accelerometri a tre dimensioni o 3D**, rilevandone

intensità e tipo di movimento. I dati misurati (movimenti) sono **processati** (quantificati) in comportamenti animali (n° di movimenti, minuti di attività o n° di passi o altri comportamenti) grazie ad un **processore** (un microprocessore 32 bit). I dati sono prima raccolti in una memoria (in pacchetti orari) all'interno del tag e poi trasmessi ad un'**antenna** (a intervalli fissi o quando le bovine passano sotto di essa, via WiFi) e da questa ad una **centralina/server di elaborazione**, dove un **software** elabora



Journal Pre-proof
Classification of behaviour in housed dairy cows using an accelerometer-based activity monitoring system

Authors: Authors and affiliations
Jorge A. Vazquez-Dominguez, Jose R. Garcia, Holly R. Hodges, Jonathan R. Arney, Darren P. Croft, Nick J. Bell, Edward A. Coffey

i dati **attraverso** speciali **algoritmi** e li trasforma in informazioni (cioè in comportamenti di attività motoria, ingestione, ruminazione, con i minuti di attività). L'algoritmo statistico confronta in continuazione il dato rilevato in pacchetti di 60-120' con i dati medi dei gg precedenti della vacca, per monitorare eventuali variazioni nel tempo (se supera una certa soglia). Questi dispositivi rilevando in continuo, 24/24 ore, i dati comportamentali, sono in grado di riconoscere se una bovina mostra un aumento dell'attività motoria, ad esempio, rispetto al suo valore normale, e non in senso assoluto. In questo caso il sistema genera allerte, grafici (e le DS \pm media). L'allevatore consulta quindi i **dati e i report** e riceve **allarmi** tramite vari device: PC, Smartphone e tablet (App), rendendo così di più facile lettura i dati sullo stato riproduttivo e di salute del singolo e della mandria.

Attualmente gli accelerometri 3D sono i sensori più diffusi in campo zootecnico per il monitoraggio dei calori; sono praticamente subentrati ai vecchi contapassi (pedometri) e ai primi sistemi di misurazione dell'attività di ruminazione, i **ruminometri**, costituiti da un **microfono** con registratore collocati su un collare posto sul lato sinistro del collo della bovina, che registrava i suoni distintivi tipici del rigurgito e della ruminazione.

Queste tecnologie sono in grado di misurare:

- l'attività motoria (in termini di passi), la posizione della bovina (in piedi o sdraiata) e quindi i tempi in piedi ferma e a riposo, i cambi di posizione (il numero di volte in cui le bovine si alzano/sdraiano), se il sensore è applicato alla gamba della bovina (**pedometri o podometri**);

- l'attività motoria in termini di n° di passi, minuti di attività o n.° di movimenti del collo/testa, i tempi di ruminazione, di ingestione, di riposo, in affanno o iperventilazione (se l'animale è in stress da caldo), quando invece esso è installato sul collo o sull'orecchio della bovina (**collare o marca auricolare**).

Tali sistemi possono essere abbinati alla determinazione della posizione, della localizzazione e della temperatura corporea (nei sistemi applicati all'orecchio della bovina).

In base alle variazioni dei parametri monitorati durante la giornata, questi dispositivi consentono di riconoscere non solo le **bovine in calore** (aumento dell'attività motoria, del n. dei passi e dei movimenti della testa, riduzione dell'ingestione/ruminazione e dei tempi di riposo), ma anche quelle con **problemi di salute** e benessere (riduzione dell'attività, della ruminazione e ingestione, aumento dei tempi a riposo).

La zootecnia di precisione, tramite modelli che da una parte acquisiscono le misure eseguite dai sensori (sugli animali, sul latte e nell'ambiente) e dall'altra producono allarmi o avvertimenti per l'allevatore, consentono di razionalizzare la gestione aziendale.

Infatti, l'allevatore in caso di "avvisi calore" **conosce** per le bovine che presentano i sintomi dell'estro, l'ora di inizio del calore (quando l'attività supera la **soglia di allarme**), il picco di attività (intensità), la fine del calore, la durata, e dispone di una finestra di fecondazione per programmare

correttamente le tempistiche per l'inseminazione. In caso di "allarmi salute", che identificano con anticipo le bovine che mostrano i primi sintomi di patologie ancora non conclamate (ad esempio, di tipo metabolico), può intervenire precocemente per ristabilire situazioni potenzialmente anomale, prima di dover ricorrere a trattamenti terapeutici.

Riepilogando, queste tecnologie di ZdP consistono in: un tag contenente il sensore/sensori per ciascuna bovina (attaccato alla gamba, all'orecchio, o al collo), un'antenna (per la trasmissione dei dati), una centralina e, infine, uno o più *devices* (PC, Smartphone, tablet o un terminale) per consultare e aggiornare i dati. Alcuni sistemi possono interagire con i software di gestione aziendale.

I parametri rilevabili dai sensori sono:

- **attività** motoria (bassa/media/alta intensità),
- a. di **ruminazione**
- a. di **alimentazione**,
- a. di **riposo**,
- a. di **iperventilazione**,
- *temperatura* auricolare (termometro),
- localizzazione (GPS)
- identificazione (ISO)

Parliamo dei sensori in grado di monitorare sia l'**attività che la ruminazione e/o l'ingestione**, parametri molto utili per monitorare il loro stato di salute e benessere, in commercio già da diversi anni, ma non ancora ampiamente conosciuti e diffusi negli allevamenti.

Variazioni importanti dei tempi medi che una bovina dedica giornalmente a mangiare, ruminare, riposare, muoversi, aiutano a individuare precocemente possibili disordini nutrizionali e stati patologici, monitorare le bovine in transizione, l'effetto di fattori di stress vari (cambi di stagione, di gruppo, di alimentazione), monitorare la risposta a trattamenti farmacologici o a interventi gestionali.

Activity	Time devoted to activity per day
Eating	3 to 5 hours (9 to 14 meals/day)
Lying/resting	12 to 14 hours
Social interactions	2 to 3 hours
Ruminating	7 to 10 hours
Drinking	30 minutes
Management activities	2.5 to 3.5 hours

Source: Grant, 2007.

Il tempo di ruminazione considerato ottimale per le vacche adulte è di 480-540 min/giorno (Van Soest, 1994).

Sappiamo, in particolare, che la ruminazione è influenzata da diversi fattori:

- Nutrizionali (contenuto in NDF, lunghezza fibra),
- Gestionali (strutture, gruppi, spazi in mangiatoia),
- Ambientali (stress da caldo).

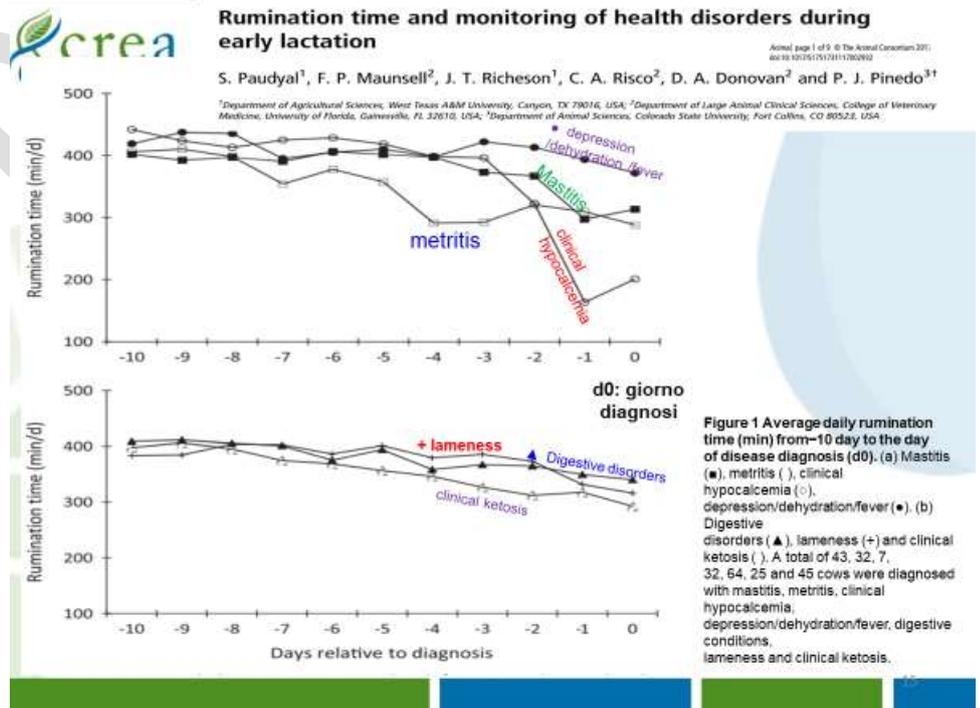
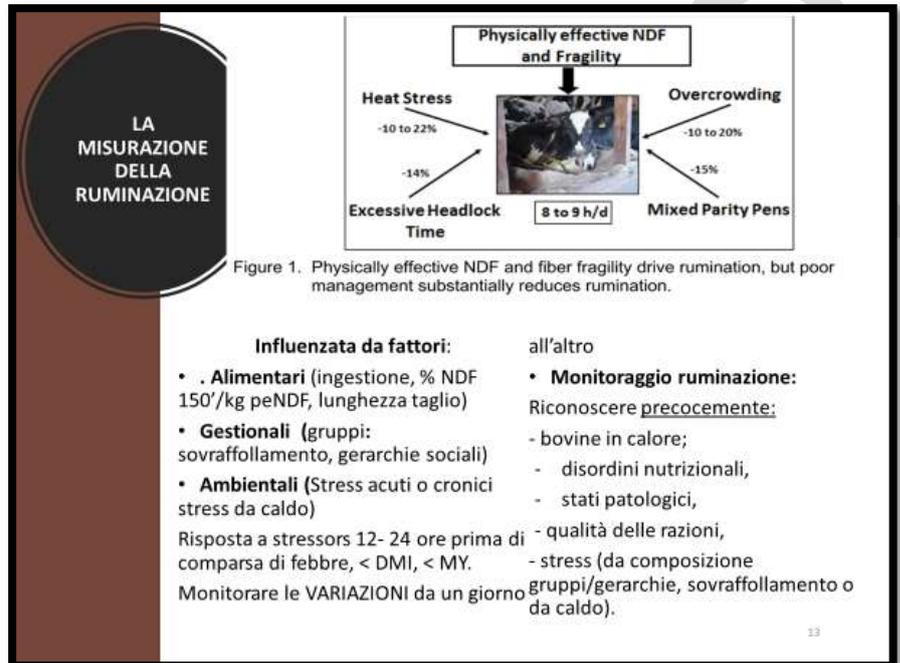
Essendo altamente *sensibile a stato di benessere*, una sua variazione (riduzione) si osserva

come risposta a fattori di *stress* vari già 12- 24 ore prima della comparsa di sintomi come febbre, riduzione dell'ingestione e della produzione di latte. Generalmente durante l'estro si osserva un calo della ruminazione (e dell'ingestione) per effetto dell'irrequietezza dell'animale.

La bovina *controlla volontariamente la ruminazione*; durante questa attività è *rilassata* (riposa, si trova in uno stato di sonnolenza), si ferma quando disturbata, preferisce stare *stesa* (80%), e ruminare nelle ore pomeridiane e notturne.

Diagnosticare precocemente le malattie e migliorarne la prevenzione, permette di assicurare più alti livelli di benessere, ridurre gli interventi terapeutici, avere produzioni di latte più sostenibili e di qualità, quindi anche maggiori ricavi economici.

Come è possibile osservare dai grafici accanto, la ruminazione media giornaliera cala nei giorni precedenti la diagnosi di molte patologie tipiche del post parto. (Paudyal et al., 2018).



ALLERTE E ALLARMI

Il sensore, come abbiamo visto, rileva diversi parametri come l'attività motoria e di ruminazione, ma per riconoscere se una bovina è in estro (o ha una patologia) e segnalarla all'allevatore "in allarme calore" (o in "allerta salute"), occorre che **l'algoritmo** rilevi una variazione significativa di detti parametri, cioè un aumento dell'attività più o meno una riduzione della ruminazione (o una riduzione della ruminazione più o meno una riduzione dell'attività e un aumento del riposo per la salute) rispetto ai valori normali rilevati per quel soggetto. *L'algoritmo*, in pratica, confronta costantemente i dati misurati dal sensore e inviati al server in pacchetti di 1-2 ore con il dato medio rilevato sulla stessa bovina, nello stesso orario, nei giorni precedenti (es. 7-14 gg) per determinare se il comportamento è aumentato o diminuito significativamente, sulla base di una soglia stabilita, ma anche rispetto ai dati medi del suo gruppo. Quando il sistema rileva una deviazione significativa dal valore *normale* (superamento della soglia di allarme), **genera un avviso** che richiede attenzione (allerta/allarme) inviato **via SMS o e-mail** all'allevatore e suoi collaboratori, consultabile da vari *device*, segnalando l'inizio del calore (o del problema di salute) e la probabilità dell'evento. Alcuni algoritmi possono **combinare** insieme le variazioni di **più parametri** rilevati da più sensori, come l'attività, la ruminazione, l'ingestione o il riposo con i dati della produzione di latte (se il sistema di attivometria si integra con i dati rilevati in sala di mungitura) per generare gli allarmi.

La **consultazione dei dati** tramite il software gestionale installato sul PC di stalla (o un pannello/monitor dedicato) o le App per *device*, permette di accedere ai dati di tutta la mandria, consultare **gli elenchi delle bovine** in calore (da fecondare, sospette e con alta attività), che includono anche i dati del numero di parti, i giorni di lattazione, le fecondazioni precedenti, l'ora di inizio delle manifestazioni estrali (ore dal superamento della soglia), con una *finestra* che indica l'intervallo dal (probabile) momento dell'ovulazione per stabilire quando sia meglio effettuare la fecondazione. Da tali elenchi si può accedere al **grafico orario** che mostra l'andamento dell'attività motoria, di ruminazione, ingestione, riposo, per monitorare il raggiungimento del picco di attività, valutare l'intensità e la durata dell'estro, quindi la qualità del calore (indice di calore) e la probabilità di concepimento, controllare i calori rilevati precedentemente etc.

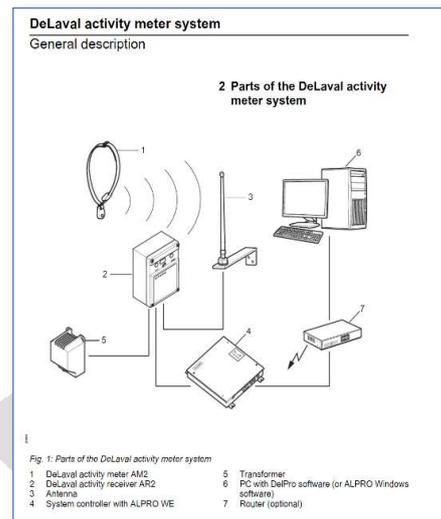
Molti sistemi lavorano in Cloud, per cui l'accesso è consentito da più utenti, ovunque, e l'elaborazione dei dati avviene per mezzo di potenti server, con aggiornamento in remoto.

I numerosi sensori (pedometri, collari, marche auricolari, analizzatori del latte) disponibili sul mercato per rilevare i vari parametri sulle bovine (comportamentali) o sul latte (composizione) sono prodotti e **commercializzati da differenti aziende (brand)** e si diversificano per: pacchetti di servizi offerti, rapporti analitici disponibili, durata della garanzia della batteria e range di azione dell'antenna (e costi, naturalmente, per il singolo sensore, le antenne, il ricevitore, la licenza per il software, etc.).

Di seguito si passano in rassegna i principali sistemi di monitoraggio installati negli allevamenti della Lombardia, analizzando, soprattutto, le immagini delle pagine iniziali (o interfacce utente), consultabili dai vari *device*, dei rapporti (o tabelle), dei grafici relativi ad eventi calore e a patologie rilevate e al monitoraggio dei parametri della mandria. Si associa per ciascun *brand* una panoramica dei diversi dispositivi presenti sul mercato, tratta dalla tabella creata nell'ambito del progetto *Data Driven Dairy Decisions for Farmers (4D4F)*, Innovation for Agriculture (European Union's Horizon 2020).

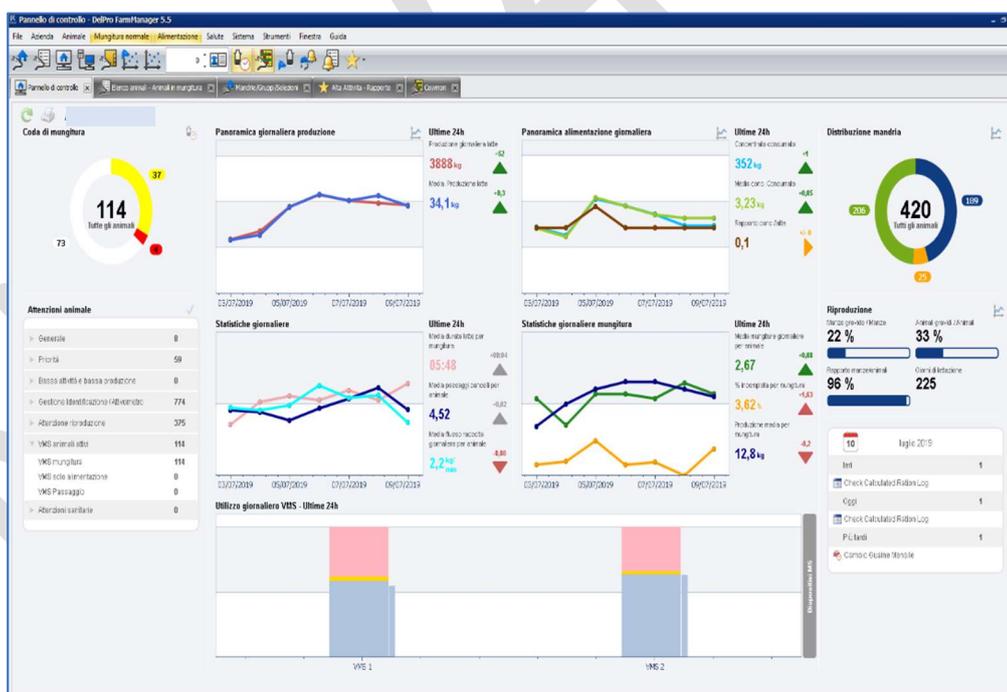
A. Sistema di monitoraggio DeLaval (AM2)

Il sistema di attivometria DeLaval è composto dai collari (AM2) installabili su manze e vacche (1), con il tag contenente il sensore (un *accelerometro digitale*) che rileva i movimenti, il microcontroller (contenente un processore, una memoria e periferiche input/output); un ricevitore/ripetitore (2), un'antenna (3), un *controller* di sistema (4), un trasformatore (5), un PC (6) con installato il software (AIPro o DelPro) e un router opzionale (7). I movimenti rilevati dal *sensore* sono aggregati in un livello di attività, i cui dati sono raccolti in continuo e *trasmessi* ogni 15' (o ogni 60') al *ripetitore*, come segnale RFID via antenna. Il *controller* di sistema riceve i dati dell'attività (via bus), li immagazzina e li elabora (processa) generando gli allarmi.



<https://usermanual.wiki/DeLaval/86120691>

Sul PC con installato il software gestionale i dati sono scaricati e conservati sotto forma di grafici e reports. L'algoritmo di DelPro (BioModello) trasforma i dati del comportamento della bovina in informazioni per l'allevatore. Il sistema si integra con i dati produttivi rilevati sia in sala di mungitura che con il robot e dialoga con il sistema Si@llea.



Il pannello di controllo principale (accanto), consultato tramite software DelPro FarmManager su PC mostra: a sinistra le attenzioni Animali (principali report), al centro le performance (la panoramica giornaliera su produzioni e alimentazione, riferita ai due AMS nell'esempio, più le

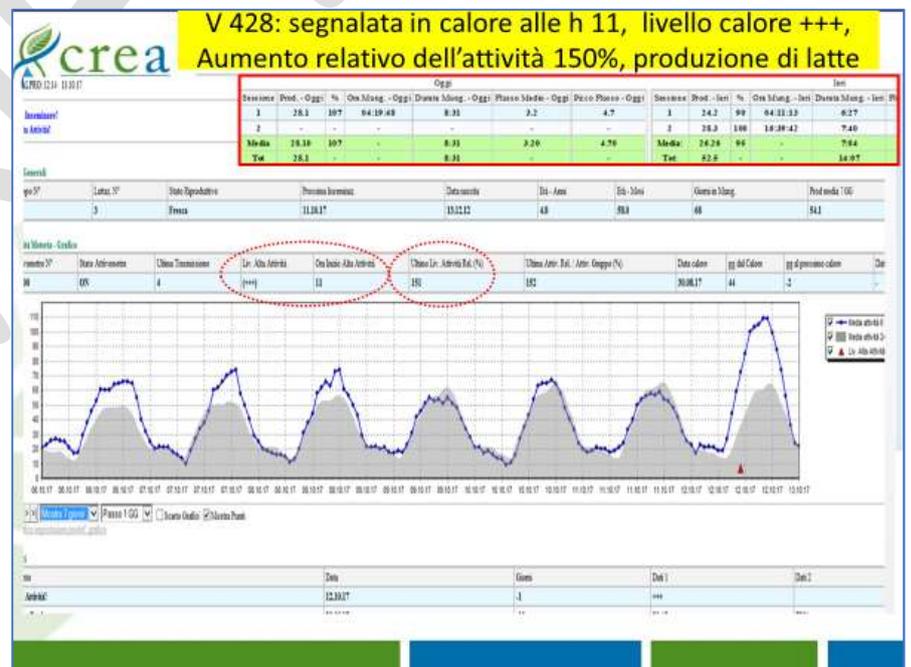
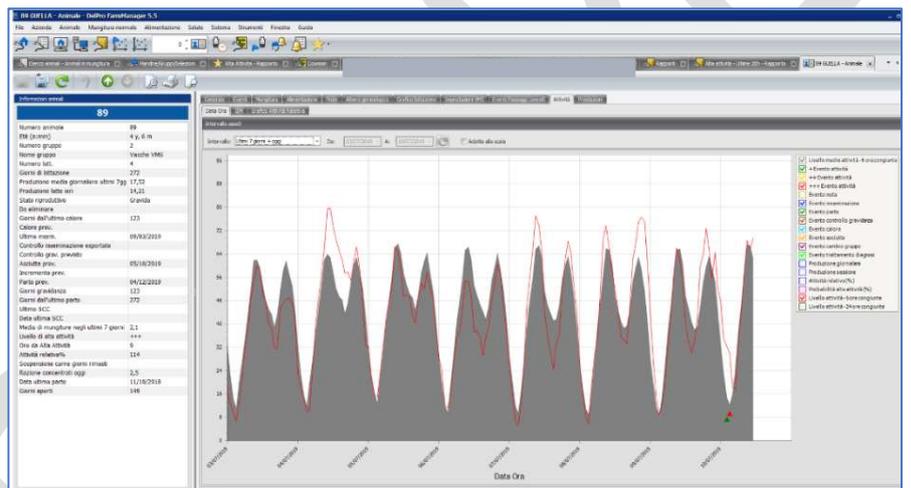
statistiche giornaliere); a destra il sommario dell'azienda (in termini di distribuzione mandria e di riproduzione).

Dal sistema è possibile consultare il **rapporto alta attività** (prima immagine), con tutte le vacche rilevate in calore, con il livello di attività (in verde i livelli ++ e +++), la probabilità e le ore dall'inizio dell'alta attività, in arancio gli intervalli dall'inizio dell'alta attività considerati utili per la FA, e poi i dati relativi alla bovina.

Il sistema utilizza tre livelli di attenzione: “+++” quando è consigliato effettuare la FA; “+” quando si consiglia di verificare anche altri dati, come la produzione di latte e la data della FA precedente; “++” se si consiglia di monitorare l'animale per vedere gli sviluppi del calore.

Per ciascuna bovina è possibile consultare la scheda informativa e i vari rapporti. Nella seconda immagine vediamo a sinistra la **scheda animale con tutte le informazioni** relative alla bovina, mentre a destra il **grafico dell'attività motoria** giornaliera, con in grigio il livello medio di attività e in rosso il livello medio di attività delle ultime 6 ore. I triangoli verde e rosso indicano la probabilità dell'evento calore (verde “+” e rosso “+++”). Nella terza immagine, si riporta un altro esempio di una bovina in calore consultata tramite il software ALPRO con riportati i dati della produzione di latte.

Numero animale	Alta attività ieri	Alta attività oggi	Alta attività	Probabilità (%) di alta attività	Ore da Alta Attività	Deviazione (%) da media di ieri Ulteri 7 gg	Giorni dall'ultima inseminazione	Giorni dall'ultimo parto	Numero lattazione	Stato riproduttivo	Utilizzatore all'ultima inseminazione	Data ultima inseminazione	Data ultimo parto	Numero di inseminazioni	
331	✓	✓	+++	67	7	-36.4	70	185	2	Inseminata	Admin	01/05/2019	06/01/2019	1	
89	✓	✓	+++	69	9	-18.9	123	272	4	Gravidia	Admin	09/03/2019	11/10/2018	1	
61	✓	✓	+	57	11	16.0	111	209	1	Gravidia	Admin	21/03/2019	13/12/2018	1	
64	✓	✓	+++	65	19	2.3	74	181	1	Inseminata	Admin	27/04/2019	30/01/2019	1	
205	✓	✓	+	65	19	6.9	69	181	1	Inseminata	Admin	02/05/2019	10/01/2019	2	
366	✓	✓	+	75	20	-2.5	53	185	6	Inseminata	Admin	18/05/2019	06/01/2019	2	
108	✓	✓	+	55	20	7.3	36	173	3	Inseminata	Admin	04/06/2019	18/01/2019	3	
381	✓	✓	+++	73	20	20.1	53	178	5	Inseminata	Admin	18/05/2019	13/01/2019	2	
190	✓	✓	+	42	20	-38.7	66	226	2	Inseminata	Admin	05/03/2019	26/11/2018	2	
184	✓	✓	+	63	21	3.9	42	205	3	Inseminata	Admin	28/05/2019	17/12/2018	1	
320	✓	✓	+++	73	21	26.0	104	254	9	Gravidia	Admin	28/03/2019	29/10/2018	2	
330	✓	✓	++	70	21	0.8	63	119	1	Inseminata	Admin	08/05/2019	13/03/2019	1	
378	✓	✓	+	32	22	-7.9	127	199	5	Gravidia	Admin	05/02/2019	23/12/2018	1	
271	✓	✓	+	72	21	36.0	124	209	3	Inseminata	Admin	26/02/2019	12/12/2018	1	
201	✓	✓	(+)	68	22	7.9	189	243	6	Inseminata	Admin	02/01/2019	09/11/2018	1	
405	✓	✓	(+)	63	23	2.8	-24	-	-	Frecca	-	-	16/06/2019	-	-
113	✓	✓	(+)	37	25	33.3	39	138	6	Inseminata	Admin	01/06/2019	22/02/2019	3	
386	✓	✓	+++	86	28	0.0	252	331	4	Inseminata	Admin	31/10/2018	13/02/2018	1	
101	✓	✓	(+)	41	40	-24.3	-	-	-	Frecca	-	-	12/06/2019	-	-



B. Sistemi di monitoraggio SCR Allflex

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
Heatime HR-LD	SCR	SCR	200m - 500m	8 years	neck	yes	no	no	no	heat; health; calving	Link
Heatime Pro+	SCR	SCR	200m - 500m	8 years	neck	yes	no	no	no	heat; health	Link
Qwes HR-LD	Lely	SCR	< 500m	8 years	neck	yes	no	yes	no	heat; health	Link
SenseTime	various dealers	SCR	200m x 500m	7 years (neck tag) / 3 years (ear tag)	neck and ear	yes	yes	no	no	heat, health, heat stress	Link
Ovalert	CRV	SCR	200-500m	8 years	neck	Possible	Possible	no	no	heat; health; calving	Link

Fonte: <https://4d4f.eu/activity-meters>

Parliamo ora dei sistemi per il monitoraggio salute e riproduzione prodotti da SCR e commercializzati da vari *dealer*, con nomi e pacchetti/ livelli di applicazione diversi. Prendiamo in considerazione due modelli in particolare: **Heatime Pro+**, disponibile solo come collare (misura attività e ruminazione) e il più recente **SenseTime** (prodotto insieme ad Allflex), disponibile sia come collare che come marca auricolare, che misura anche **l'ingestione e l'iperventilazione o affanno**.



Il sistema è composto dai sensori, dall'antenna più la centralina o dal controller (che riceve i dati via RF e li elabora) e dal pannello touch screen o dal PC in ufficio per la consultazione dei dati (oltre che dai vari device).

L'allevatore attraverso il software gestionale o la App (Heatime Pro o Data Flow II, quando integrato con il sistema

crea INTERFACCIA UTENTE SCR (Allflex)

Collar Sense TM Flex Tag Ear Sense

SCR Heatime Pro

0 Vacche 6 Vacche 8 Vacche 6 Vacche

Liste di attenzione

4 Vacche 0 Vacche 8 Vacche 3 Vacche

Allerte

ALLARMI SALUTE

REPORT

RIPRODUZIONE
Calori (vacche in calore, Indice di calore, tempo per inseminare (timing); vacche in anaestros, calori irregolari, Probabilità di gravidanza)

SALUTE
Indice di salute, Distress pre e post parto.

BENESSERE
Stress da caldo sul gruppo

NUTRIZIONE
routine di gruppo ruminazione e ingestione

Algoritmo: combina attività + ruminazione + ingestione + stato = salute/calore

ALLARMI CALORE E BOVINE DA INSEMINARE CON FINESTRA DI INSEMINAZIONE

Numero Vacca	Età di Attività	Età di Inseminazione	Stato di Salute
1	201	43	227
2	201	43	227

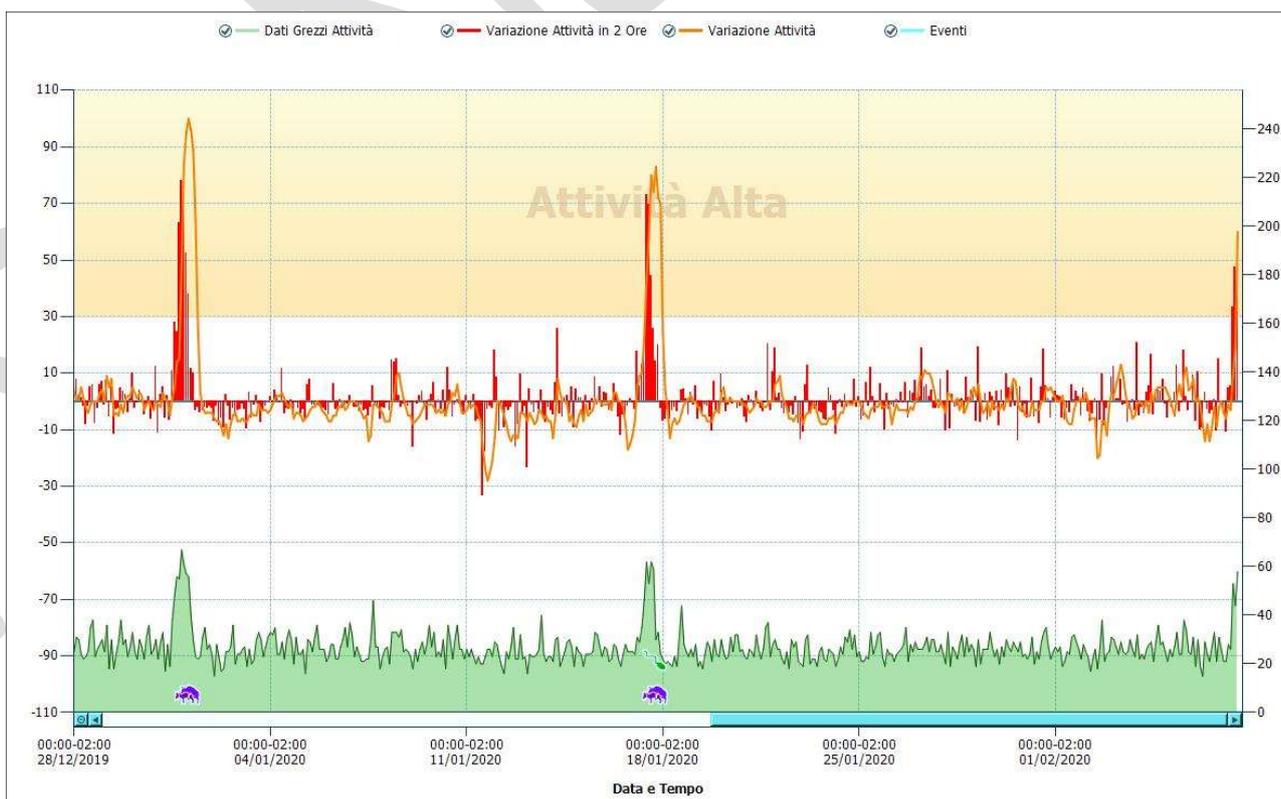
di mungitura) accede **all'interfaccia utente** (immagine sopra), dove può facilmente vedere in tempo reale la situazione della sua mandria, consultando le **liste di attenzione** (personalizzabili, con ad esempio il numero di bovine in anaestros, con calori irregolari, fresche etc.) e le tabelle degli animali

segnalati in **allerta calore** e con **allarmi salute** (in basso a sinistra e a destra nell'immagine, rispettivamente). Sempre da questa pagina si può accedere ai **rapporti** prodotti dal sistema (riguardanti **riproduzione, salute, benessere e l'alimentazione**) e inserire i dati e gli eventi dalla sezione "**gestione animali**".

Le **allerte calore** includono l'elenco di tutte le **bovine in estro**, cioè le vacche e le manze che hanno mostrato un aumento dell'attività motoria oltre la soglia (per un certo numero di ore, con o senza riduzione della ruminazione), incluse le bovine durante il periodo di attesa volontario, quelle già fecondate o diagnosticate gravide e l'elenco delle **bovine pronte (idonee) per la FA**, con indicati i giorni di lattazione, l'intervallo dal calore precedente, il relativo indice o la **probabilità di calore (Heat Index, da 50 a 100)** e una finestra di inseminazione (con un intervallo da 25 a 0 ore rispetto all'ipotetico momento dell'ovulazione) che indica in base al colore (rosso, verde e giallo) il momento migliore (o meno) per eseguire l'inseminazione. L'indice di calore include un'analisi del comportamento della bovina valutando attività motoria, ruminazione e ingestione (rilevata, ma non mostrata).

Le **allerte salute** includono, invece, le bovine che mostrano una riduzione significativa dei tempi di ruminazione e/o di attività, tradotti in un **indice o probabilità di salute (Health Index, che varia da 100 a 86 per le bovine sane e per valori inferiori a 85 per quelle con problemi)**, che richiedono attenzioni.

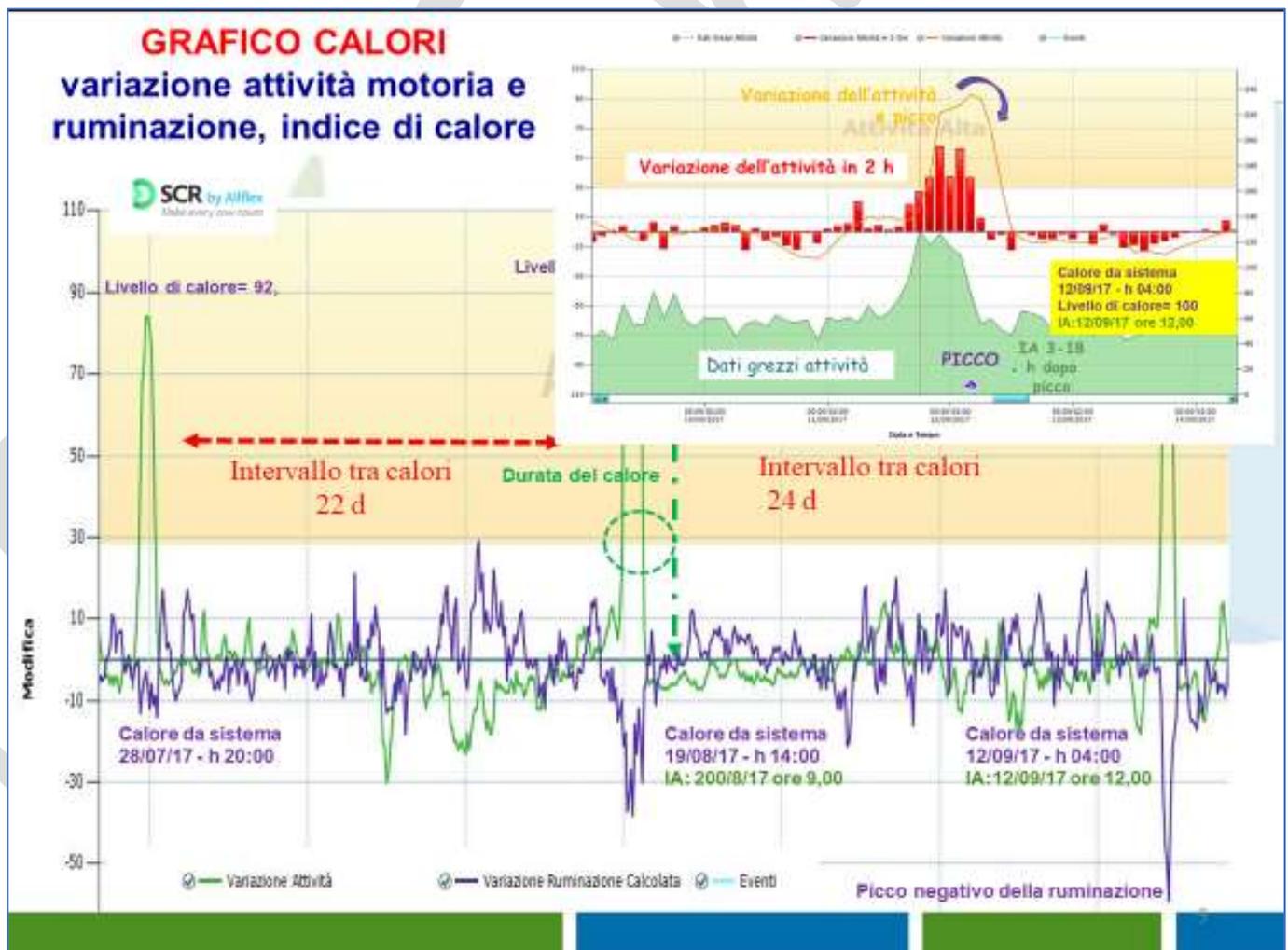
Da questa pagina iniziale è possibile accedere anche ad altri allarmi generati dal sistema come **l'allerta distress pre e post parto**, per le bovine che nei 10 giorni precedenti e nei 5 giorni successivi il parto presentano un calo significativo della ruminazione.



Per ciascuna bovina è possibile consultare diverse tipologie di **grafici** con gli andamenti nel tempo (intervalli di 2 ore) dei dati comportamentali (sia grezzi che come variazione o deviazione calcolata) dell'attività motoria (in unità di movimenti/2 ore) e di ruminazione (in minuti di ruminazione/2 ore).

Il grafico precedente mostra, ad esempio, l'andamento dell'**attività come dati grezzi rappresentata dall'area verde** (segue la scala di destra ed è espressa in unità/ 2 ore); le **barre rosse** rappresentano invece le **variazioni** (deviazioni) positive o negative dell'attività in 2 ore (rispetto alla normalità, cioè al valore medio di attività della bovina, che è la linea dello zero), mentre la **linea arancione** indica la variazione **dell'attività calcolata**, mostrando il momento del raggiungimento del picco. Si osservano anche due calori rilevati (segnalati con il simbolo di due bovine viola) e la fecondazione effettuata al secondo estro e inserita dall'operatore (segnalata dal simbolo dello spermatozoo).

Il grafico che segue mostra, invece, sia le **variazioni dell'attività** (linea verde) che quelle della **ruminazione** (linea viola), positive e negative rispetto al valore *normale*, che formano durante il **calore** il tipico rombo o diamante. Le bovine, come abbiamo già visto, durante il calore presentano generalmente una maggiore attività (irrequietezza e aumento del camminamento e dei movimenti) e



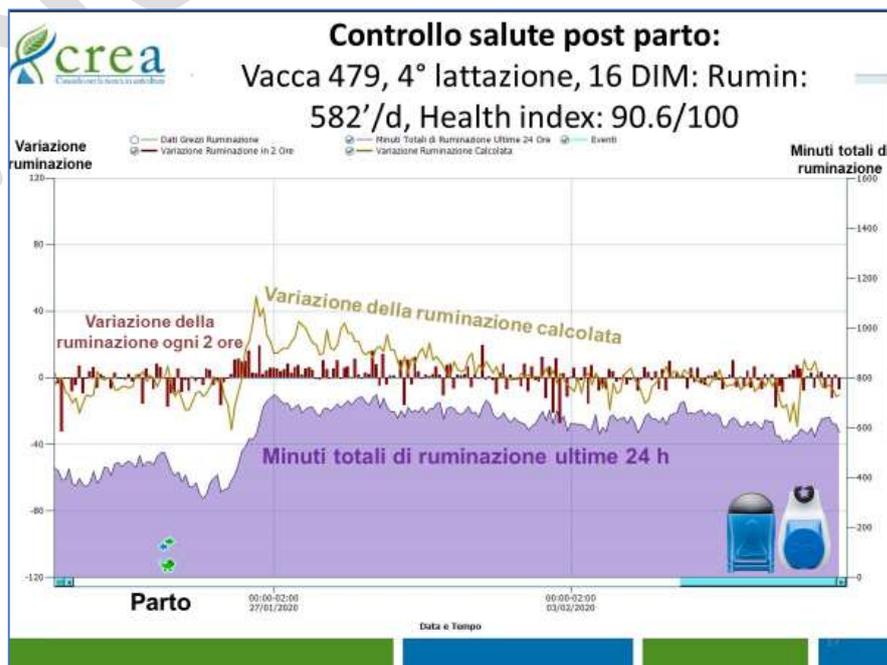
una minore ingestione e ruminazione rispetto al normale comportamento nel periodo che precede il “ferma alla monta”. Per questa bovina osserviamo gli ultimi **3 calori** rilevati dal sistema, l’intervallo tra essi, la durata e l’intensità (o picco), che determina il diverso livello di Heat Index.

Il grafico più piccolo mostra, invece, nel dettaglio l’ultimo calore rilevato dal sistema (il 12/9/2017), con indicati il livello di probabilità del calore (100%), l’ora di inizio (quando l’attività ha superato la **soglia di allarme**), il picco di attività (intensità, linea arancione), la fine del calore, la durata e l’ora di esecuzione della FA.

Il grafico accanto mostra invece le variazioni dell’attività e della ruminazione durante il periodo del periparto. Il sistema ha generato due allarmi (avvisi in tempo reale per l’allevatore) **distress nel pre-parto** (segnalati con il simbolo della vacca nera a terra), perché ha rilevato che la bovina stava vivendo episodi di **stress anormale** (bassa ruminazione) nei 10 gg prima del parto. Infatti, l’animale ha partorito poche ore dopo il secondo avviso.



Nell’immediato post-parto sono stati rilevati problemi di ripresa dell’attività e della ruminazione che hanno dato luogo a due **allarmi salute**. Alla visita la bovina è risultata in ipocalcemia. Dopo trattamento tempestivo è tornata a valori normali, ma dopo pochi giorni le sue condizioni di salute sono di nuovo peggiorate e hanno determinato altri 3 allarmi salute. Con un indice di salute (Health Index, HI) < 86 si genera un’allerta, con probabilità che l’animale abbia una patologia più elevata al diminuire di tale indice (HI 100 indica ottimale stato di salute). I grafici delle bovine freschissime ci



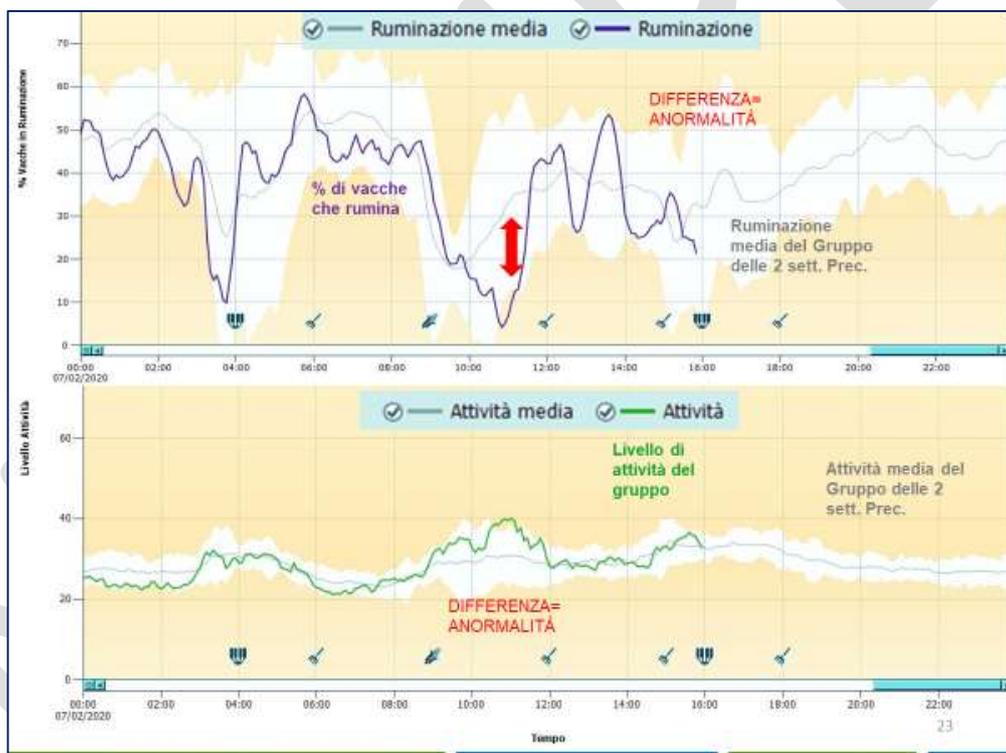
permettono di monitorare la ripresa della normale attività di ruminazione a valori normali nelle bovine dopo il parto.

Il secondo grafico relativo alla bovina 479 mostra l'andamento della ruminazione (sia come dati grezzi come area viola che come variazioni, barre rosse e linea arancione) da una settimana prima del parto a due settimane dopo, indicando la normale ripresa del livello di ruminazione e l'assenza di allerte salute.

Routine e Benessere

Abbiamo già visto quanto sia importante monitorare l'attività di ruminazione e sappiamo che più che il tempo di ruminazione giornaliera è importante verificare eventuali variazioni repentine.

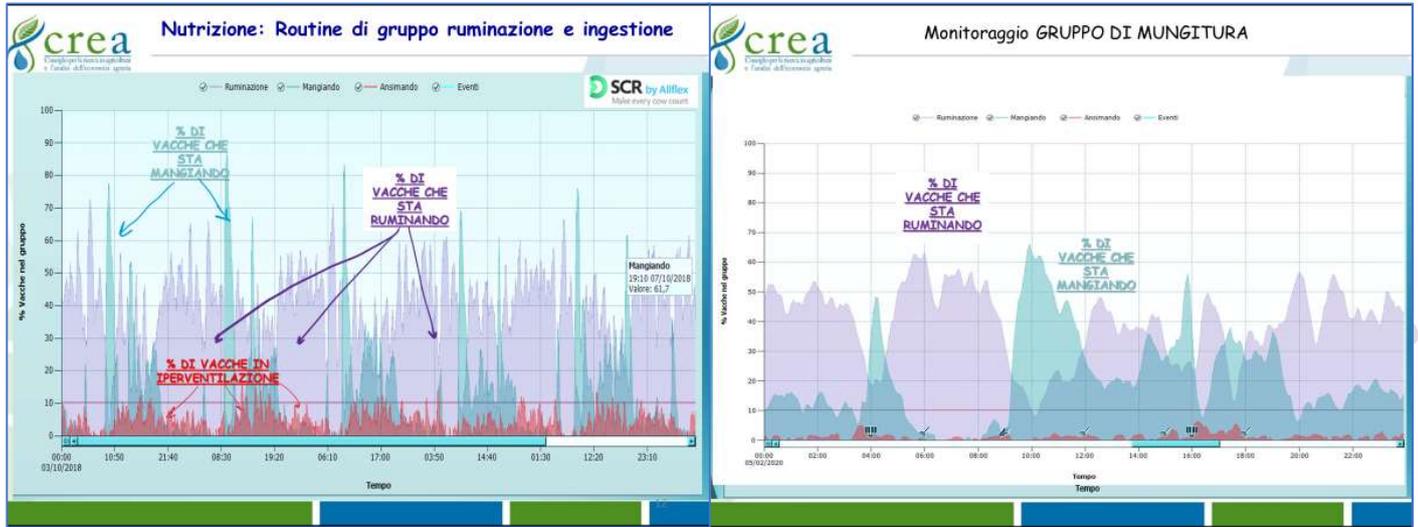
Guardiamo i due grafici accanto. Il primo mostra l'andamento della **% di vacche che ruminano** nel corso delle 24 ore (linea viola) rispetto ai valori medi registrati nello stesso gruppo nelle stesse ore, nei 14 giorni precedenti (linea grigia). I simboli indicano in quali momenti della giornata sono effettuate le due mungiture, lo scarico della razione e gli



avvicinamenti della foraggiata. Variazioni tra le due linee possono indicare, ad esempio, cambiamenti di queste routine (negli orari di scarico dell'unifeed, ad esempio). Il secondo grafico considera invece il **livello di attività medio** del gruppo (linea verde) a confronto con i dati medi dello stesso gruppo registrati nelle due settimane precedenti (linea grigia). Le bovine sono animali molto abitudinari; se i cambiamenti sono repentini si generano degli allarmi.

I grafici successivi sulla **routine di gruppo**, consentono di monitorare, per quelle in lattazione ad esempio, la **% di bovine che sta ruminando, che stanno mangiando e che è in iperventilazione** (stress da caldo, in estate), nell'arco della giornata. In tal modo è possibile monitorare la risposta degli animali rispetto alla routine delle attività giornaliere, come i picchi di

alimentazione e poi di ruminazione rispetto allo scarico della razione e agli avvicinamenti dell'unifeed in mangiatoia o lo stress da caldo nelle ore più calde o durante la mungitura.



I due grafici accanto, invece, ci consentono di monitorare il livello di benessere del gruppo. Possiamo così consultare l'andamento dei **valori medi giornalieri** di ruminazione (area viola), ingestione (area azzurra) e affanno o iperventilazione (area rossa), più eventualmente della produzione media di latte (linea nera, nei sistemi integrati con la sala di mungitura, nel grafico sotto), per ciascun gruppo.

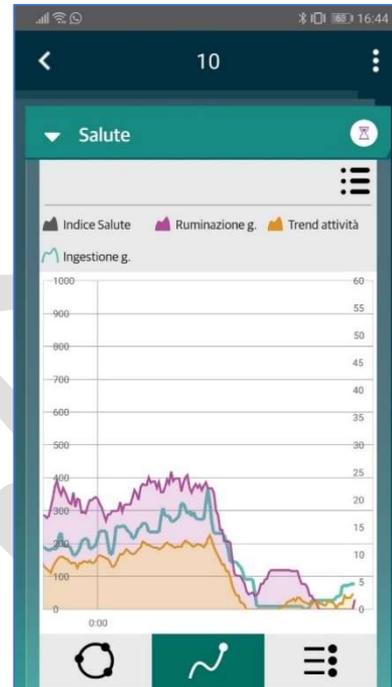
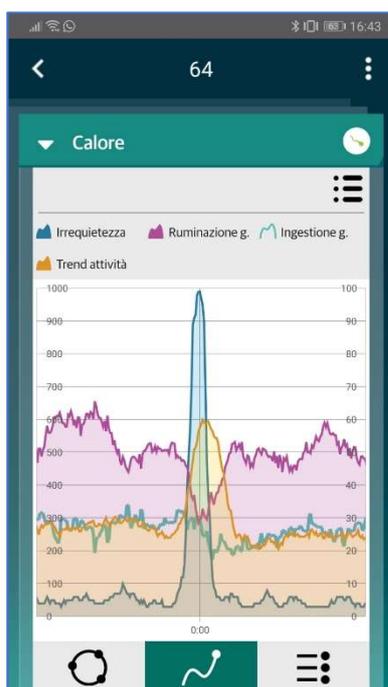
Tali andamenti possono aiutarci a individuare possibili problemi a livello di alimentazione, verificare gli effetti dei cambi di razione, per apertura di una nuova trincea, cambio di foraggi e di qualità degli stessi o dei tempi di taglio e miscelazione dell'unifeed.

Il dato dell'affanno fornisce, poi, informazioni utili per verificare, l'effetto di eventuali sistemi di raffreddamento in uso. Come si può osservare nel secondo grafico, si notano due picchi di iperventilazione e in loro



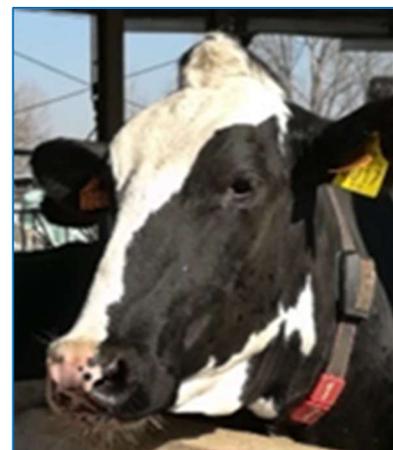
due picchi di iperventilazione e in loro

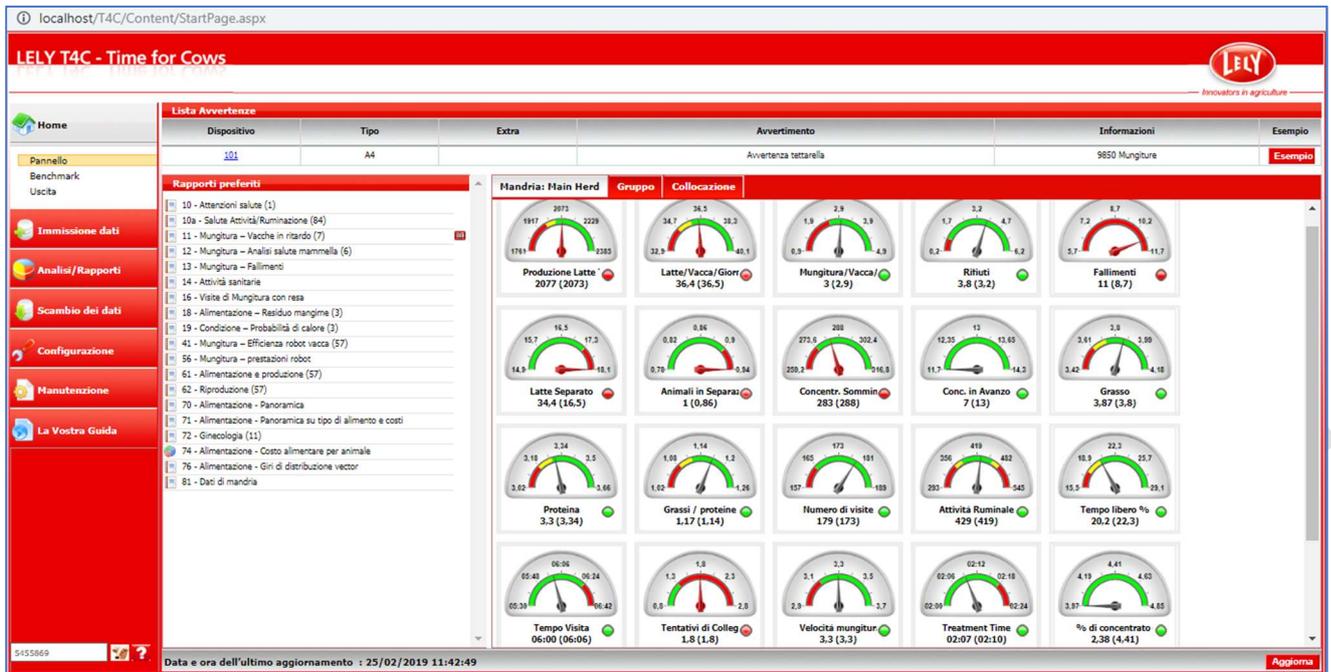
corrispondenza, la riduzione della produzione, dell'ingestione e della ruminazione, in conseguenza di problemi rilevati al sistema di raffreddamento, in estate. Il rilievo precoce di tali variazioni ci consente di intervenire precocemente e ridurre i danni.



Se si utilizza il sistema SenseTime con la App (o il software da PC) **SenseHub***, il pannello di controllo da smartphone (la prima immagine sopra), molto semplice, mostra dei riquadri con il numero degli animali in estro e di quelli da controllare (salute), dai quali è possibile accedere alle liste delle bovine in calore, pronte per l'inseminazione, con indicata la finestra di fecondazione e l'indice o probabilità di calore. Da qui si possono consultare anche i grafici individuali, che mostrano la riduzione del tempo medio giornaliero di ingestione e ruminazione (aree viola e verde) e l'aumento dell'attività e dell'irrequietezza (aree arancione e azzurra) per una bovina segnalata in allerta calore (immagine centrale) o il crollo di tutti i parametri se segnalata con problema salute (immagine a destra).

Se si utilizza, poi, la tecnologia SCR HR tag integrata nel sistema gestionale T4C della Lely (robot di mungitura), dal **pannello di controllo** accedendo da PC, si possono consultare i vari rapporti (mungitura, alimentazione, salute e riproduzione) e i contatori per monitorare le prestazioni medie della mandria. Tra gli *indicatori essenziali di prestazione* (KPI), utili per monitorare velocemente i valori medi dei parametri misurati dai sensori installati sul robot di mungitura e sulle bovine (collari), troviamo le produzioni di latte totale e per vacca, il numero di mungiture e di visite giornaliere, la qualità del latte (proteine e rapporto grassi proteine) e i tempi medi di *ruminazione*, riferiti al gruppo munto per ogni AMS.

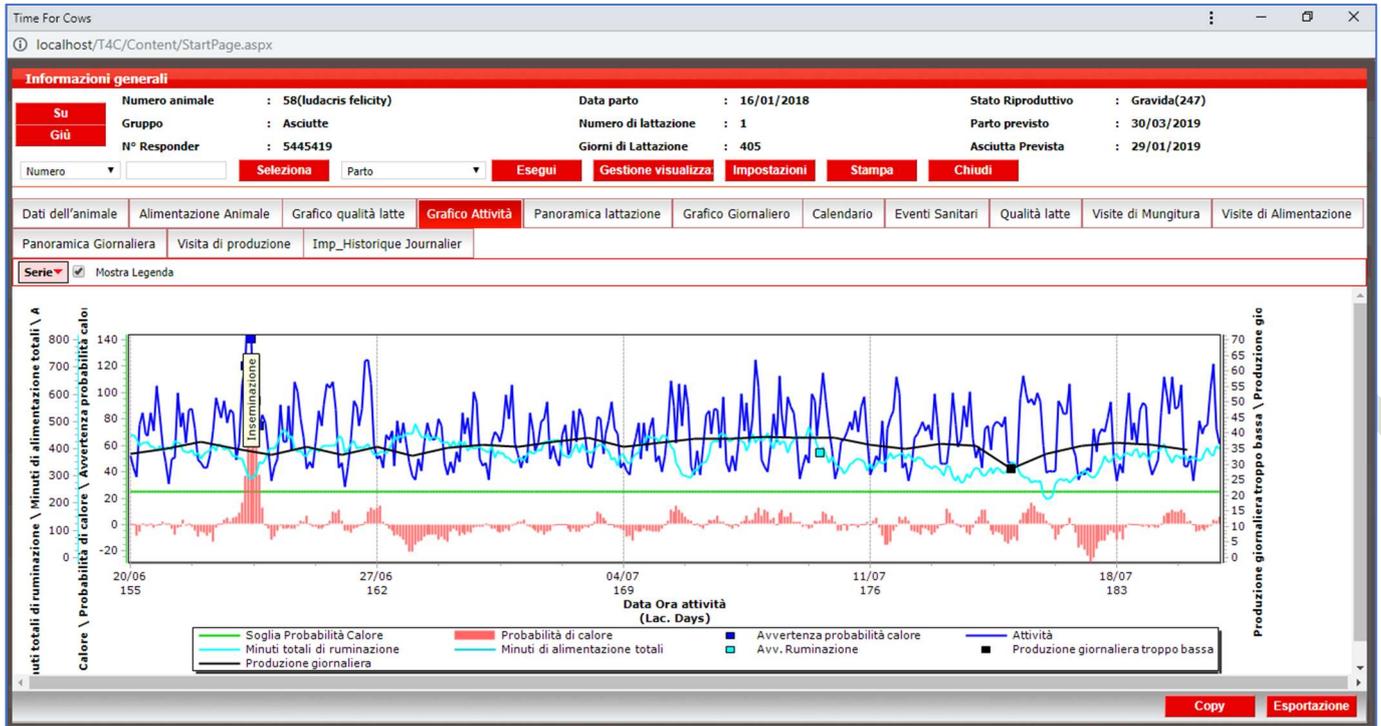




Le immagini successive riportano:

- la tabella **riproduzione**, con l'elenco delle bovine della mandria con tutti i dati anagrafici e i principali parametri dell'animale;
- un grafico **attività** che mostra l'andamento della produzione di latte, dell'attività motoria e della ruminazione in una bovina che ha mostrato un calore;
- una tabella di **allerta salute** per una bovina, basata su più parametri misurati sulla bovina e sul latte da diversi sensori (variazioni di peso vivo, produzione di latte, ruminazione e conducibilità elettrica del latte), che combinati hanno rilevato la probabilità di patologia pari al 99%.

Time For Cows																				
localhost/T4C/Content/StartPage.aspx																				
Modifica Copia rapp. Cancella Stampa Esportazio Stampa Aut Impostazio Azione Esegui Chiudi Nome: V																				
Contati:57															62 - Riproduzione					
25/02/2019 12:27:07																				
	NP Animale	Nome animale	Giorni di lattazione	NP lattazione	Età al primo parto	Stato Riproduzione	Produzione giornaliera media (24 h)	Media produttiva giornaliera	ISK	Indicazioni SOC	Peso	Peso al parto	Giorni dall'inseminazione	Data Ultima Inseminazione	Data di asciutta prevista	Giorni al parto	Data parto prevista	N. inseminazione	Toro	
Media			203	1	1.53		36.2	2055.4												
Somma			11592																	
	33	braxton barbie	48	2	1.09	Vuota	38.4	33.5	45.1	59	679	762								
	366	TABU	27	2	2.03	Vuota	39.4	32.2	46.8	69	658	744								
	59	atwood mary	73	2	2.04	Calore aperto	35.6	34.8	41.1	85	701	736								
	690		4	2	2.01	Vuota	23.3	15.5		194	642	650								
	69		21	1	1.08	Vuota	32.5	31.4	56.9	51	534	582								
	364	TOLOUSE	65	2	2.03	Inseminata	47.5	44.7	51.0	56	684	697	3	22/02/2019					1 Copious	
	616		337	1	2.03	Inseminata	32.8	36.1		82	730		6	19/02/2019					7 Alcové	
	50	braxton mia	139	2	2.00	Inseminata	57.9	55.5	80.4	99	790	772	7	18/02/2019					2 Impression	
	19	explode ferny	204	2	2.01	Inseminata	37.4	48.9	61.8	57	797	735	9	16/02/2019					4 Alcové	
	25	braxton sharon	131	2	1.10	Inseminata	35.3	36.1	48.6	58	620	645	9	16/02/2019					3 Scotch	
	40	atwood isotta	219	2	1.10	Inseminata	36.5	37.9	60.8	108	726	638	9	16/02/2019					4 Alcové	
	369	TIA	157	2	2.01	Inseminata	40.8	41.8	59.5	94	659	661	9	16/02/2019					2 Copious	
	2	atwood alice	157	2	1.07	Inseminata	28.1	37.2	38.8	111	775	709	10	15/02/2019					2 Copious	
	21	atwood kasha	119	2	1.10	Inseminata	36.1	41.3	43.0	60	808	817	10	15/02/2019					1 Alcové	
	47	armani pipi	219	2	1.08	Inseminata	28.6	37.1	47.4	236	699	578	14	11/02/2019					5 Copious	
	9	occhie imma	221	2	1.09	Inseminata	34.4	36.5	60.9	135	750	652	15	10/02/2019					7 Alcové	
	15	atwood roberta	141	2	1.08	Inseminata	39.1	39.1	57.3	182	750	709	15	10/02/2019					4 Alcové	
	53	bravler flower	72	2	2.02	Inseminata	55.1	52.8	69.7	74	774	807	15	10/02/2019					1 Scotch	
	31	absolute red io	143	2	2.02	Calore aperto	34.9	36.5	47.4	67	630	655	16	09/02/2019					3 Copious	
	15	explode roberta	82	2	1.09	Inseminata	49.1	50.1	59.3	79	790	820	18	07/02/2019					1 Impression	
	372	TISANA	95	2	2.02	Inseminata	40.4	43.2	48.9	79	708	681	18	07/02/2019					1 Copious	
	372	TORTORA	408	1	2.03	Inseminata	42.5	42.2		176	661	608	21	04/02/2019					13 Alcové	
	17	sidi arie	228	2	1.10	Inseminata	29.1	41.3	47.0	244	835	726	23	02/02/2019					6 wildmill	
	46	bradrick mia	128	2	1.10	Inseminata	43.0	49.8	66.1	40	651	672	39	17/01/2019					2 wildmill	
	53	explode ferny	190	2	2.00	Gravida	37.8	42.0	55.5	112	806	711	45	11/01/2019	18/08/2019	235	18/10/2019		3 wildmill	
	226		258	1	2.00	Calore aperto	43.2	44.0	85.6	124	824	936	56	21/12/2018					2 wildmill	
	54	atwood cyrelle	201	2	1.11	Gravida	38.8	40.3	59.9	78	712	623	47	09/01/2019	17/08/2019	233	16/10/2019		2 wildmill	
	55		130	1	1.10	Gravida	46.8	47.4	74.9	71	750	813	49	07/01/2019	15/08/2019	231	14/10/2019		2 Entail	
	8	braxton quiditta	175	2	1.09	Gravida	42.4	49.8	64.2	65	749	702	54	02/01/2019	10/08/2019	226	09/10/2019		3 album	
	571		333	1	2.04	Gravida	35.6	35.6		88	588	541	55	01/01/2019	09/08/2019	225	08/10/2019		7 Entail	
	226		268	1	2.00	Calore aperto	43.2	44.0	85.6	124	824	936	56	21/12/2018					6 wildmill	
	54		118	1	2.00	Gravida	36.4	46.9	77.7	55	708	765	56	31/12/2018	05/08/2019	224	07/10/2019		1 wildmill	
	23	atwood ami	245	2	1.10	Gravida	33.9	39.6	62.5	66	818	714	59	28/12/2018	05/08/2019	221	04/10/2019		5 wildmill	
	29	braxton sonia	123	2	1.09	Vuota	44.2	44.8	58.2	256	656	652	60	27/12/2018					1 Entail	
	67	braxton quati	152	2	1.09	Gravida	48.5	49.6	64.1	40	735	784	74	13/12/2018	21/07/2019	206	19/09/2019		1 album	
	47	bradrick mia	203	2	1.10	Gravida	34.9	42.0	55.5	112	806	711	45	11/01/2019	13/07/2019	187	10/06/2019		2 album	



Conta:1

N° Animale	Nome animale	Gruppo	Giorni di lattazione	Produzione latte ultime 24h	Avvertimento			Probabilità di malattia
					Sensore	Valore	Gravità	
24	sid baby	Vacche pluripare	245	1,0	Riduzione latte	-7,8	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	99
					Perdita peso	-81	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	
					Attività (ruminazione)	78	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	
					Conduttività PS, AD	182	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	
					Tempo allontanamento	50:10	<div style="width: 80%; height: 10px; background-color: red;"></div>	
					Anomalo PS, PD		<div style="width: 50%; height: 10px; background-color: red;"></div>	

c. Sistema di monitoraggio Dairy Master (Moo Monitor⁺)

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
MooMonitor +	Dairy Master	Dairy Master	> 1000m	< 10 years	neck	yes	yes	no	no	heat; health	Link

Fonte: <https://4d4f.eu/activity-meters>



Parliamo ora del sensore a collare **MooMonitor⁺**, prodotto dalla irlandese Dairy Master. Questa recente tecnologia consente di misurare e conoscere per ciascuna bovina 4 parametri comportamentali per monitorare lo stato riproduttivo, di salute e nutrizionale della mandria.

Il sensore, un accelerometro 3D, misura il comportamento della

bovina classificandolo in **attività motoria di alta, media e bassa intensità**, di **ingestione**, di **ruminazione** e di **riposo**. I dati registrati dal tag sono raccolti e trasferiti attraverso la *base station* in **cloud**; il server analizza i dati e li trasforma in informazioni utili: avvisi o allerte, tabelle e grafici sia individuali che della mandria, consultabili da *device*. Il tag è dotato anche di sistema *contact less* che permette, avvicinando il telefono al tag, di visualizzare tutte le informazioni sulla bovina. Il sistema si aggiorna da remoto.



Sia che si utilizzi la App MooMonitor⁺ da smartphone (immagine sopra) che il software da PC (immagine a destra), *l'interfaccia utente* mostra un **riepilogo** molto semplice sulla situazione della mandria (vacche in allerta). Da ogni voce è possibile accedere velocemente ai vari **elenchi** di attenzioni su riproduzione e salute. **Calore** indica le bovine che hanno mostrato sia un aumento dell'attività motoria oltre la soglia che il calo della ruminazione e sono idonee alla FA. **Sospette** individua le bovine che



potrebbero essere in calore, cioè che hanno mostrato un aumento dell'attività motoria, ma non è stata ancora superata la soglia di allarme e/o non c'è stato il calo della ruminazione. Questi animali

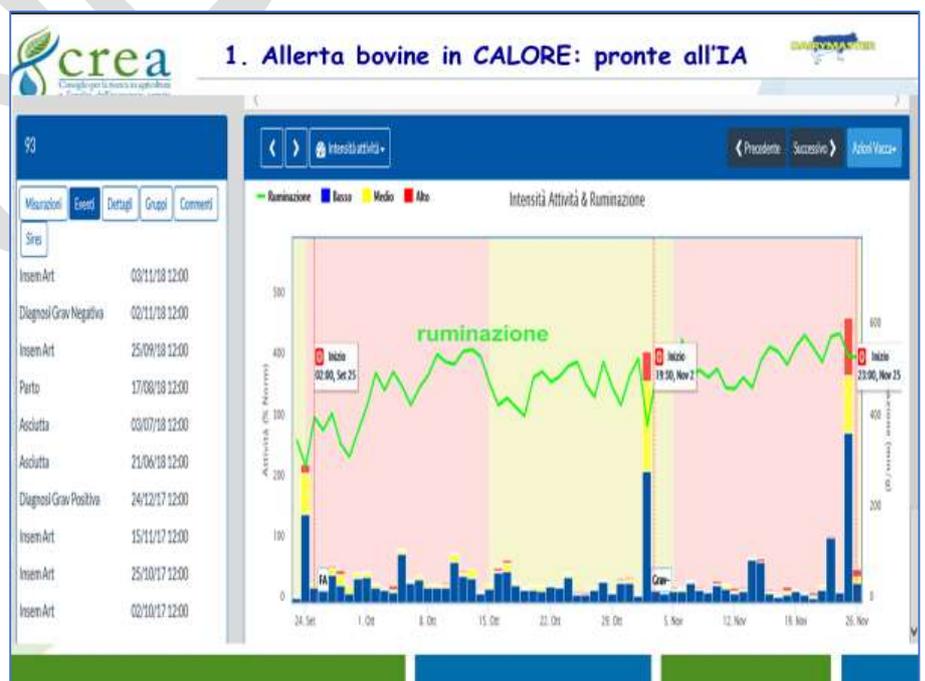
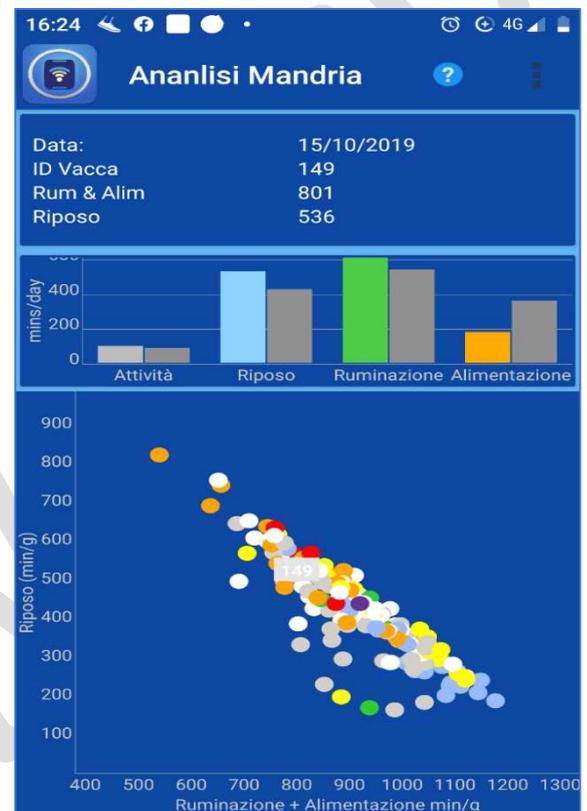
potrebbero avere problemi di zoppia o semplicemente essere all'inizio del calore e saranno, quindi, visualizzati in seguito tra quelli in calore. **Alta attività** include tutte le bovine con elevata attività, comprese quelle già fecondate, diagnosticate come gravide, ancora durante il periodo di attesa volontario o da riformare. Infine, **avvisi comportamento** o salute comprendono le bovine con rilievi comportamentali **anomali**, cioè che mostrano una riduzione importante della ruminazione, dell'ingestione e/o dell'attività o un aumento del riposo. Queste bovine necessitano di essere visitate per poter diagnosticare precocemente eventuali stati patologici.

Da ciascun **elenco** (o anche dalla voce "mandria") è possibile accedere ai **grafici** individuali delle bovine.

I grafici permettono di visualizzare i 4 parametri misurati su ciascun animale; nella immagine a destra vediamo i dati della bovina in confronto ai dati medi della mandria o del suo gruppo (colonne grigie) e sotto dove si colloca rispetto alla distribuzione delle altre vacche per riposo (min/g, asse Y) vs ruminazione + ingestione (min/g, asse X). Il monitoraggio nel tempo dei parametri per singola bovina o per gruppo consente di valutare, ad esempio, l'efficacia di trattamenti o gli effetti delle variazioni di management.

Il sistema offre la possibilità di separare in automatico (per mezzo dei cancelli di separazione all'uscita della sala di mungitura), le bovine con allerta calore o salute, per fecondarle o visitarle in un'area di separazione/infermeria.

Vediamo quindi come si effettua la consultazione giornaliera dei dati rilevati attraverso i sensori dal software gestionale.

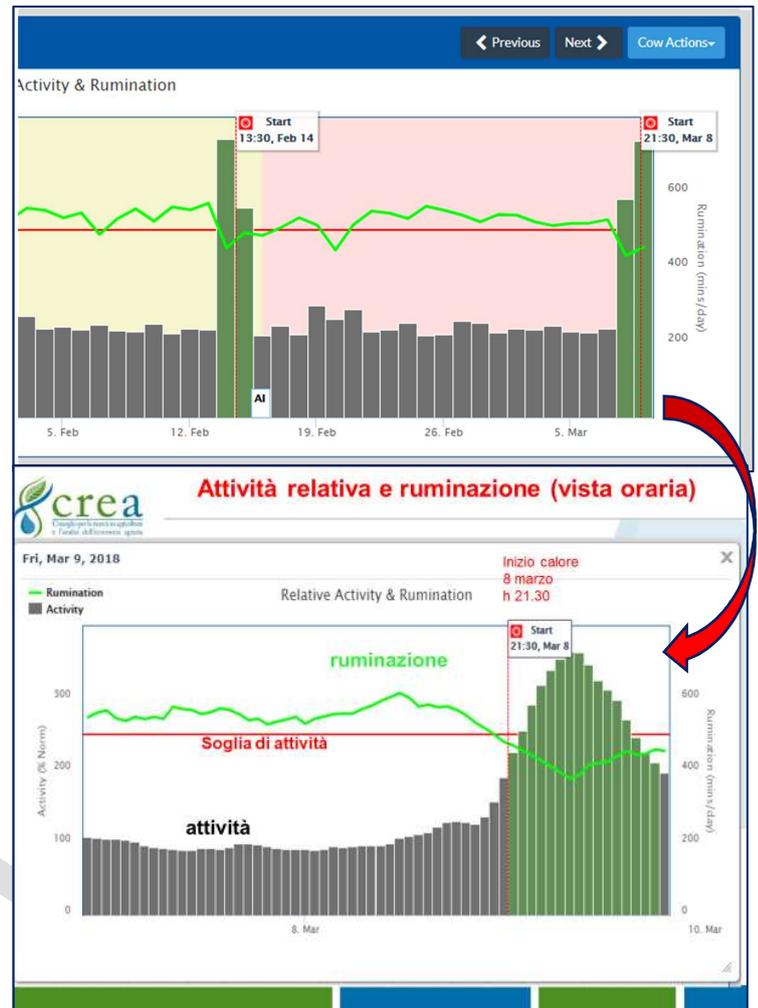


Il grafico sopra **Intensità attività e ruminazione** mostra l'andamento medio giornaliero della ruminazione (linea verde, min/ora) e dell'attività motoria (in % rispetto al suo valore normale, pari al 100%), classificata in intensità *alta* in rosso, *media* in giallo e *bassa* in blu, di una bovina segnalata in calore (con il dato dell'inizio del calore, cioè del superamento della soglia). Il grafico mostra anche i calori precedenti, l'intervallo tra essi e l'intensità.

Un altro tipo di grafico, **attività e ruminazione** (immagine in alto a destra) mostra semplicemente l'andamento giornaliero della ruminazione (min/ora) e dell'attività motoria (in % del valore normale) registrati giornalmente. Si vedono due allarmi calore, il 14 febbraio e l'8 marzo, con segnalata l'ora di inizio del calore al superamento della soglia stabilita.

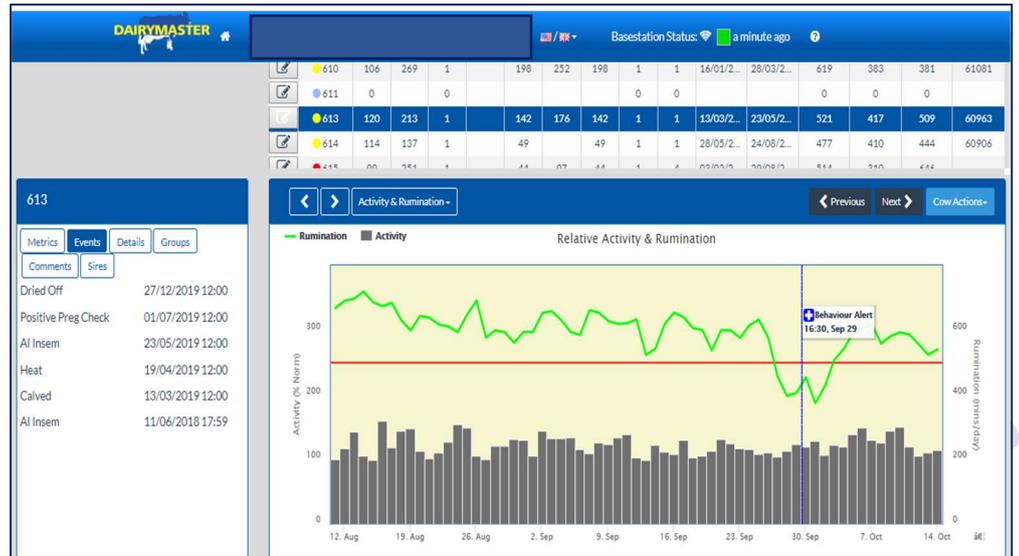
Il grafico successivo, **attività relativa e ruminazione (vista oraria)**, mostra nel dettaglio la variazione dell'attività relativa (in % del valore normale, con scala a sinistra) e la ruminazione in minuti/giorno (scala a destra), con l'andamento orario dei parametri dall'inizio del secondo calore rilevato l'8 marzo alle ore 21.30.

Nell'immagine accanto sono mostrati due tipi di grafici (intensità attività e ruminazione sopra e attività relativa e ruminazione sotto) di una bovina **sospetta** in calore, in cui si nota un certo aumento dell'attività e una lieve riduzione della ruminazione, ma al di sotto della soglia.



I grafici sulle **allerte comportamentali**

consentono di individuare precocemente eventuali problemi di salute, per riduzione della ruminazione giornaliera, come nell'immagine accanto, che mostra un sensibile calo.



Per un secondo

esempio, possiamo guardare i grafici di un'altra vacca, che come vediamo ha avuto due avvisi, uno



poco prima del parto (avvenuto il 17 novembre) ed un secondo nel post parto.

Osserviamo l'evoluzione nel tempo dal 16 novembre, il giorno prima del parto, quando c'è stata la prima allerta e una seconda allerta il 21 novembre, con la lieve ripresa dal giorno 27 della ruminazione, grazie al riconoscimento ed al trattamento precoce del problema.

Nell'immagine sotto, a sinistra vediamo i grafici che mostrano i 4 comportamenti della bovina (attività, ruminazione, ingestione e riposo) in confronto con il suo gruppo (istogrammi colorati vs istogrammi grigi) il giorno della seconda allerta (a sinistra), mentre il grafico a distribuzione a destra mostra come si posizionava la bovina rispetto al resto del suo gruppo, in termini di ruminazione + ingestione (sull'asse delle x) vs il tempo di riposo (sull'asse delle Y). È possibile, cliccando sulle date, osservare l'andamento dei parametri nel tempo.



d Sistemi di monitoraggio NEDAP

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
Qwes ISO-LD	Lely	Nedap	< 1000m	< 10 years	neck	yes	yes	no	possible	heat, health	Link
Ovalert	CRV	Nedap	<500-1000m	<10 years	neck and leg	Possible (neck tag)	yes	Yes (leg tag)	possible	heat; health	Link
HeatSeeker RT	Boumatic	Nedap	>50m indoors; >1000m outdoors	< 10 years	neck	Possible	yes	no	possible	heat; health	Link
Realtime Smarttag	Boumatic	Nedap	< 100m indoor; < 1000m outdoor	< 10 years	neck	Possible	yes	no	possible	heat; health	Link
Smarttag Neck	Nedap	Nedap	< 100m indoor; < 1000m outdoor	< 10 years	neck	Possible	yes	no	possible	heat; health	Link
Cow Scout	GEA	Nedap	< 1000m	< 10 years	neck	no	no	yes	no	heat; health	Link
Cow Scout	GEA	Nedap	< 1000m	< 10 years	leg	no	yes	no	no	heat; health	Link
HeatSeeker RT	Boumatic	Nedap	>50m indoors; >1000m outdoors	< 10 years	leg	no	no	yes	no	heat; health	Link
Rescounter III	GEA	Nedap	5m to fixed point	< 10 years	neck and leg	no	no	no	no	heat	Link
Smarttag Leg	Nedap	Nedap	< 100m indoor; < 1000m outdoor	< 10 years	leg	no	no	yes	no	heat; health	Link

Fonte: <https://4d4f.eu/activity-meters>

Parliamo ora delle tecnologie messe a punto da NEDAP, commercializzate anche da diversi *dealer* (con cover personalizzate), disponibili sia come pedometri che come collari, con la possibilità di monitorare diversi comportamenti e acquistare pacchetti con allerte solo per la riproduzione o anche la salute.

L'interfaccia utente mostra per quanto riguarda la **riproduzione**, l'elenco delle bovine rilevate in estro, differenziando tra quelle da inseminare, gravide, sospette o in periodo di attesa. Per quelle in allerta calore è mostrata una immagine che rappresenta la **finestra di inseminazione** per indicare, in base alle diverse gradazioni di colore verde, il momento ottimale per la FA.

Per quanto riguarda il pacchetto **salute**, sono elencati gli animali che necessitano di attenzioni urgentemente e le bovine con avvisi salute. Il sistema a **collare**, ad esempio, offre oltre al rilevamento dei calori basato sull'attività, il monitoraggio dell'alimentazione e della salute attraverso il rilievo *dell'ingestione*, della *ruminazione* e dell'inattività. Inoltre, segnala se il dispositivo è posizionato in modo errato, permette l'identificazione elettronica delle bovine, utile per la loro separazione automatica con i



cancelli (presente anche nella versione a pedometro) e la loro *localizzazione* in stalla (GPS), per trovare facilmente le bovine da fecondare.

Utilizzando il collare Cow Scout, distribuito da GEA, (come vediamo nella schermata accanto), il sensore (un accelerometro) monitora i tempi di attività e di alimentazione.

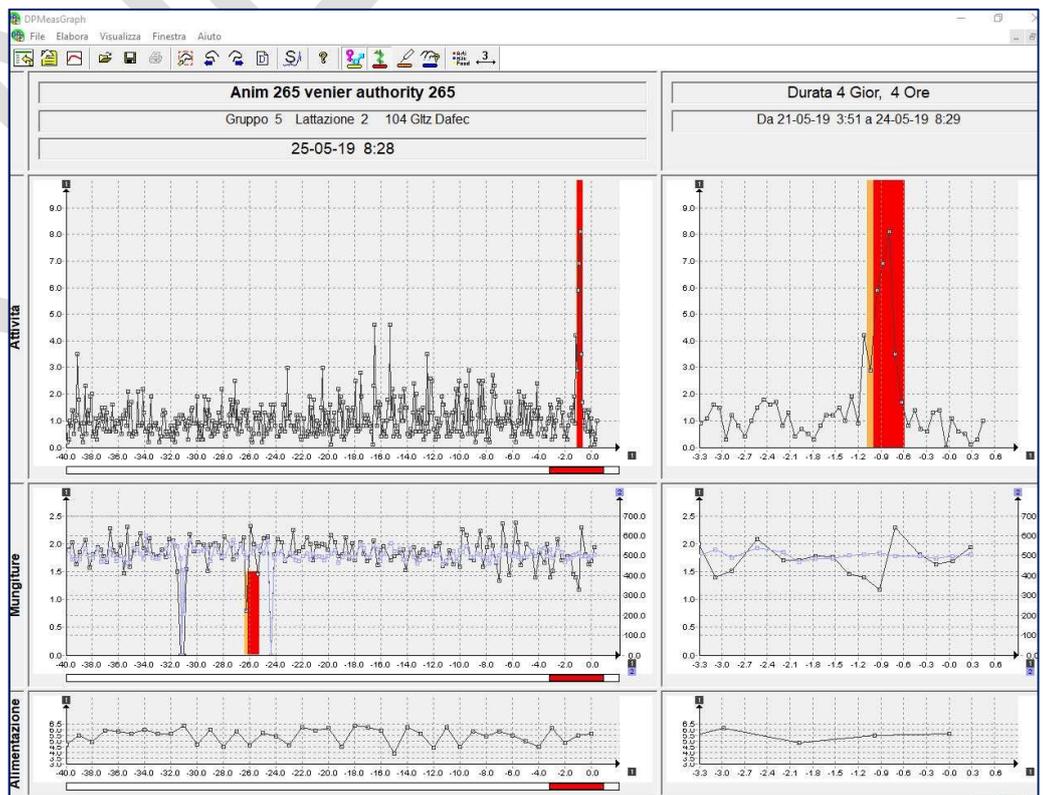
L'allevatore può, in qualsiasi momento, consultare i grafici e le



tabelle con i parametri monitorati per ciascun animale. Per le bovine segnalate in estro, entrando dalla sezione **Rilevamento calore**, è possibile monitorare le variazioni dell'attività motoria (positive e negative rispetto al valore normale, la linea dello zero) negli ultimi 7 giorni, ma anche avere una visione di insieme degli ultimi 70 gg o di tutta la lattazione in corso, per verificare la regolarità, l'intensità e l'intervallo tra i calori, ad esempio. Il sistema, in caso di superamento della soglia, segnala sia che l'attività è aumentata e quindi la bovina è in calore (rombo rosso) che i casi sospetti (rombo azzurro).

L'immagine successiva mostra, utilizzando il software Dairy Plan, per lo stesso animale del grafico precedente munto con sistema AMS (GEA, monobox), le variazioni dell'attività, della conducibilità elettrica del latte e dell'alimentazione.

Le allerte sui problemi di **salute** prevedono l'elenco delle



bovine che necessitano di attenzioni urgentemente (per inattività protratta) e l'elenco delle bovine da controllare (tra cui quelle in transizione). I grafici disponibili per ciascun animale permettono di visualizzare la variazione nel tempo dei parametri di ingestione, ruminazione, riposo e attività.

Nell'immagine di fianco vediamo i grafici, disponibili nella sezione **Salute e gestione**, che mostrano per ciascuna bovina l'andamento nel tempo del parametro **alimentazione**. Nella parte in alto troviamo le principali informazioni sulla



bovina selezionata (dati base e calendario), mentre nella parte sotto vediamo un primo grafico riferito alle ultime 48 ore, che mostra la distribuzione oraria dell'ingestione e la durata di ogni pasto. Il grafico sotto, invece, rappresenta l'andamento negli ultimi 2 mesi del tempo dedicato giornalmente all'alimentazione (barre azzurre), rispetto al valore medio del gruppo (linea continua). Il sistema genera un'allerta salute (barre rosse), quando il tempo trascorso a mangiare varia significativamente rispetto al valore medio dei 10 giorni precedenti.

Se si utilizzano, invece, i **pedometri NEDAP**, i dati disponibili per questo dispositivo sono il *numero di passi*, i tempi di *attività* e di *riposo*, la frequenza con cui la bovina *si alza*, l'*identificazione* (ISO) e la *localizzazione* in stalla (opzionali). Per il controllo dei *calori* il sensore, similmente a quanto visto per i collari, rileva l'attività motoria. L'algoritmo combina i cambiamenti comportamentali (e della produzione del latte, se il sistema è integrato con l'impianto di mungitura), confrontando il numero di passi compiuto dall'animale con la media dell'attività locomotoria delle ultime 6 ore e rapportandolo alla media degli ultimi 10 gg dell'animale stesso: una significativa deviazione da questa media indica estro. Il sistema, quindi, invia una allerta per segnalare il calore. Analogamente, nel caso di problemi di **salute**, segnala la variazione del comportamento registrato, permettendo di intervenire precocemente e, se necessario, ottimizzare le condizioni di gestione della mandria.

Dal gestionale possiamo accedere sia al rapporto **Rilevamento Calore – Sospetto** che al rapporto **Rilevamento Calore – Attenzioni**, come mostrato nelle due tabelle sotto, con l'elenco delle bovine segnalate sospette o in calore, i giorni di lattazione, l'ora di inizio del calore con le ore trascorse da quando la bovina è stata segnalata in attenzione indicato sia numericamente che graficamente, rispetto al periodo di inseminazione ottimale (zona verde intenso) per quelle sicuramente in estro.

Da questi elenchi è possibile accedere al grafico individuale di ciascuna bovina.

Come già visto per i collari, anche per i **pedometri**, dalla tabella **Rilevamento calore**, è possibile accedere ai grafici individuali delle bovine in attenzione.

Nell'esempio accanto vediamo la scheda della vacca ID: 335, in attenzione da 23 ore. Nella parte superiore sono mostrati i **dati base** dell'animale, mentre al centro vediamo il **grafico** con le variazioni dell'attività motoria (positive e negative rispetto al valore normale, cioè la linea dello zero) degli ultimi 7 giorni (possiamo consultare anche i dati degli ultimi 70 giorni o di tutta la lattazione). Il sistema inizialmente, rilevando un incremento dell'attività, ha segnalato un **calore sospetto** (rombo azzurro), ma appena l'aumento dell'attività ha superato la soglia di allarme, è stata considerata in **attenzione calore** (rombi rossi). Nella parte in basso dell'immagine sopra, c'è la sezione **Salute e gestione**, con riportati tutti i dati del **comportamento** della bovina riferiti

Mie mansioni Fattoria Entrata rapida Rapporti Parametri Manutenzione Uscita

Rilevamento calore - Sospetto 1, 3, 5, 20-35, 53

Animale	Gruppo	Giorni lattaz.	Giorni dopo calore	Giorni inseme.	Gravidanza	Periodo attenzione	Azione
590	99	314				21:59 (36 Ore)	Visto
999	99	104				01:59 (32 Ore)	Visto
23	99	87				11:59 (22 Ore)	
805	99	282				13:59 (20 Ore)	
829	99	351				15:59 (18 Ore)	
300	99	104				01:59 (8 Ore)	
743	99	342				07:59 (2 Ore)	

Mie mansioni Fattoria Entrata rapida Rapporti Parametri Manutenzione Uscita

Rilevamento calore - Attenzioni 1, 3, 5, 20-35, 53

Animale	Gruppo	Giorni lattaz.	Giorni dopo calore	Giorni inseme.	Gravidanza	Periodo attenzione	Periodo inseminazione ottimale	Azione
767	99	93				06:59 (27 Ore)		C I
335	99	111				10:59 (23 Ore)		C I
54	99	400				14:59 (19 Ore)		C I
813	99	22				20:59 (13 Ore)		C I



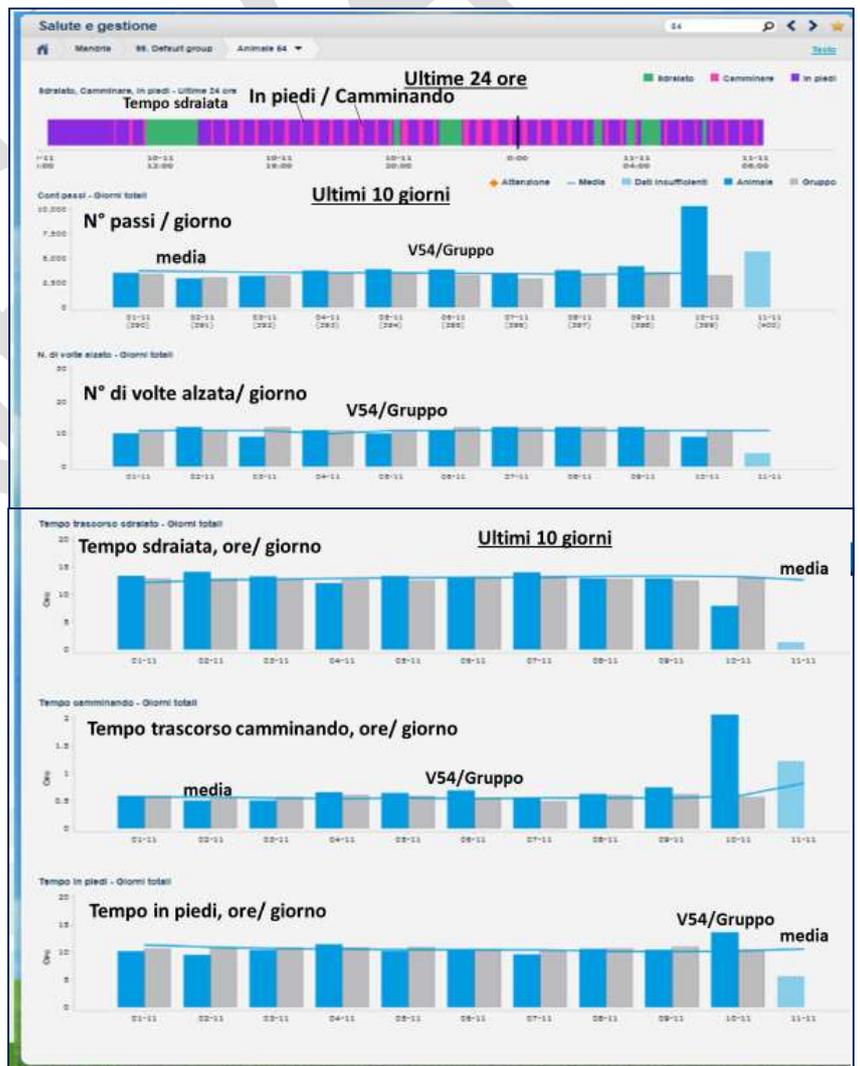
al momento della consultazione, a partire dalla mezzanotte (**Oggi**, i dati nella riga superiore,) in confronto ai dati rilevati nelle 24 ore del giorno precedente (**Ieri**, dati nella riga inferiore), con il numero di passi, i cambi di posizione (numero alzate), il tempo trascorso sdraiata, a camminare e in piedi.

L'immagine accanto si riferisce, invece, a una bovina dell'elenco **Calore sospetto** (Vacca ID: 23, in attenzione da 22 ore). Consultando il grafico dell'attività degli ultimi 70 giorni di lattazione, vediamo che 21 giorni prima la bovina aveva manifestato un calore.



Le bovine in questo elenco potrebbero essere nella fase iniziale dell'estro e nelle ore successive essere segnalate nell'elenco **Calore-attenzioni**, ma in presenza di zoppie o altre cause, potrebbero non superare la soglia di attenzione e necessitare di una visita.

Per un'altra bovina segnalata in calore, la vacca ID:54, entrando dalla sezione **Salute e gestione**, possiamo consultare i grafici di tutti i dati comportamentali rilevati (immagine accanto). Il primo grafico in alto mostra, su **base oraria**, i periodi passati dalla bovina in posizione **sdraiata** (aree verdi), **camminando** (aree fucsia) e **in piedi** (aree viola) nelle 24 ore precedenti rispetto al momento della consultazione. Questo tipo di rappresentazione può permettere all'allevatore di capire in quali orari la



bovina è più o meno attiva, la frequenza e la durata di ciascun riposo e il tempo passato in piedi, che possono essere utili indicatori per riconoscere precocemente problemi di salute e benessere. A

e. Sistemi di monitoraggio AfiMilk (AfiAct II) e Silent Herdsman

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
AfiAct II	Afimilk	Afimilk	80m - 200m	5 years	leg	no	no	no	no	heat; calving	Link
Silent Herdsman	Afimilk	Silent Herdsman	100m - 250m (closed barn vs. open shed)	4 years	neck	yes	yes	no	no	heat; health	Link

Fonte: <https://4d4f.eu/activity-meters>

I pedometri per la rilevazione dei *calori*, il monitoraggio di problemi di *salute* e del benessere della mandria e l'identificazione dell'animale (durante la mungitura e al cancello di separazione), prodotti e commercializzati da Afimilk si chiamano AfiAct II (Afitag II). Questi dispositivi rilevano sia l'attività motoria (numero di passi) che altri parametri del comportamento della bovina. I dati raccolti dal tag sono trasmessi via wireless all'antenna ogni 15 minuti e poi da questa al software gestionale (AfiFarm) ogni



ora. Il sistema monitora il comportamento **normale** di tutte le bovine della mandria. L'algoritmo combina i cambiamenti comportamentali e i dati della produzione quali-quantitativa del latte (il sistema gestionale riceve e analizza i dati dei pedometri, dei lattometri e degli eventuali analizzatori del latte in line Afilab); se rileva un aumento (o una riduzione) significativa dei parametri oltre le **soglie di attenzione** impostate, in confronto ai valori medi dei 10 giorni precedenti, genera una **allerta**, inviata ai vari device per segnalare l'inizio del calore o eventuali problemi di salute. Il sistema, grazie a dei filtri, evita di segnalare **falsi allarmi** nel caso di bovine che mostrano variazioni dell'attività motoria in seguito a cambio di gruppo, parto, interventi veterinari e di mascalcia (se però mostra un aumento dell'attività e l'intervallo dall'ultimo calore è di 18-24 gg, la segnala), invece se la bovina è gravida la segnala come **sospetta**.



Il sistema indicando graficamente l'andamento dell'attività motoria e il tempo trascorso dall'inizio del calore (superamento della soglia), offre un supporto all'individuazione del momento migliore per effettuare la **fecondazione**.

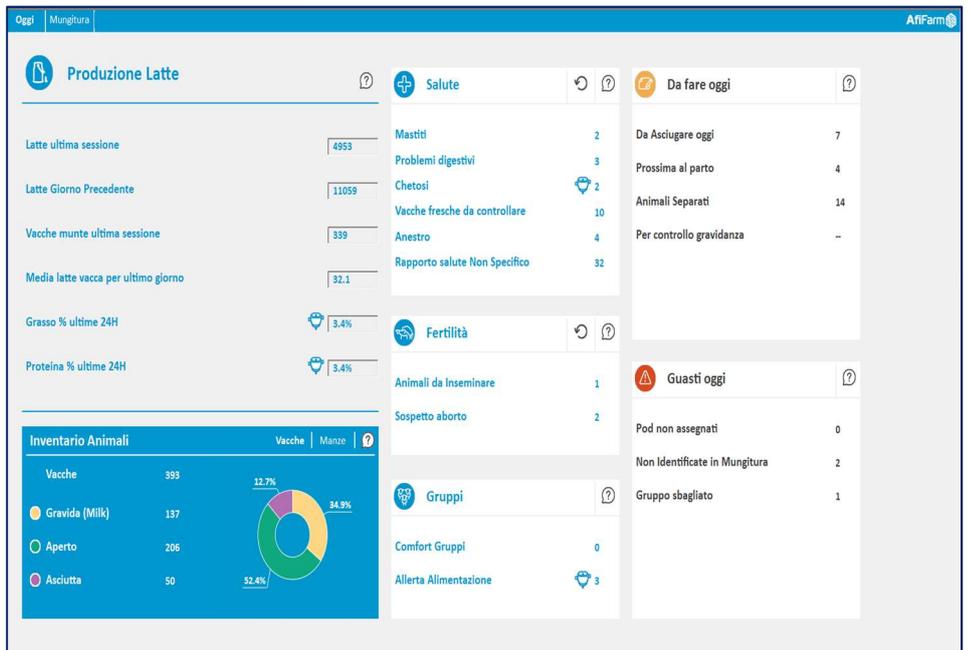
Nelle bovine in asciutta, inoltre, il sistema è in grado grazie ad un algoritmo specifico, di monitorare alcuni parametri comportamentali per riconoscere l'approssimarsi del momento del parto e segnalare all'allevatore il "**parto imminente**" o il **prolungamento** dello stesso, per richiedere l'intervento del personale di stalla.

Il monitoraggio dei periodi (numero e durata) che la bovina passa **distesa** consente di tenere sotto controllo non solo il tempo dedicato al riposo (degli arti, in particolare) e a dormire, ma anche, indirettamente, il tempo che la bovina può destinare alla ruminazione, favorendo non solo la

produzione di latte, ma anche lo stato di salute dell'animale. Al contrario, brevi periodi di riposo possono essere indicatori di condizioni di stress per l'animale, come già visto nei capitoli precedenti.

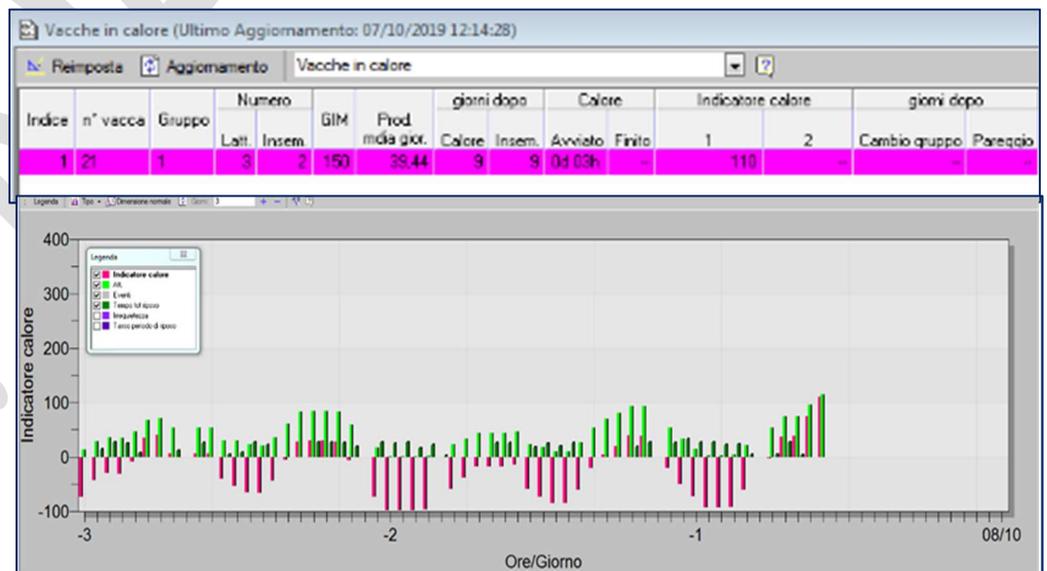
Dal pannello di controllo del software gestionale AfiFarm (immagine sotto) si visualizzano varie

schermate: la prima, **Produzione latte**, riassume i dati delle mungiture, riferiti al latte dell'ultima sessione e quello consegnato il giorno precedente, con il numero di vacche munte, la produzione media, ed eventualmente i dati del contenuto in grasso e proteine (%) medio del latte delle ultime 24 ore. Al centro ci sono le liste delle attenzioni

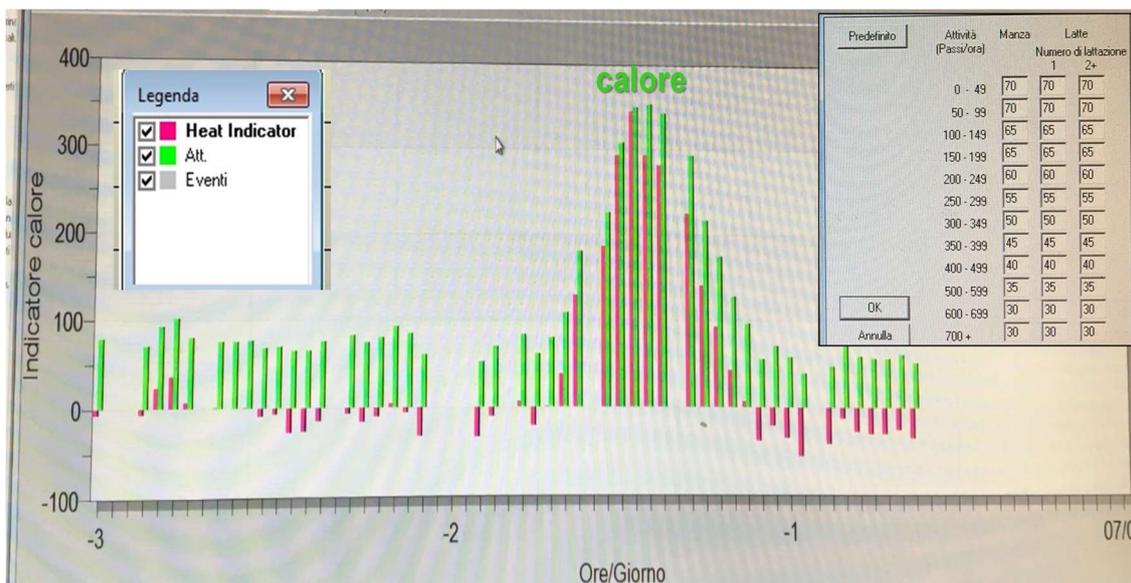


Salute, con il numero di vacche che potrebbero avere problemi mammari (mastiti), digestivi o chetosi, sulla base delle analisi del latte effettuate durante le mungiture (con gli analizzatori automatizzati del latte in line), le fresche da controllare e quelle in anaestro. Poi ci sono le attenzioni **Fertilità**, generate dai sensori installati sulle bovine, con il numero di animali segnalati per calore da inseminare e quelli con sospetto aborto.

Dalla lista delle attenzioni per **fertilità** è possibile accedere alla scheda dati e al grafico individuale della bovina segnalata in **calore** (da 3 ore) e da inseminare. L'immagine a lato mostra l'andamento nei 3 giorni precedenti il momento della

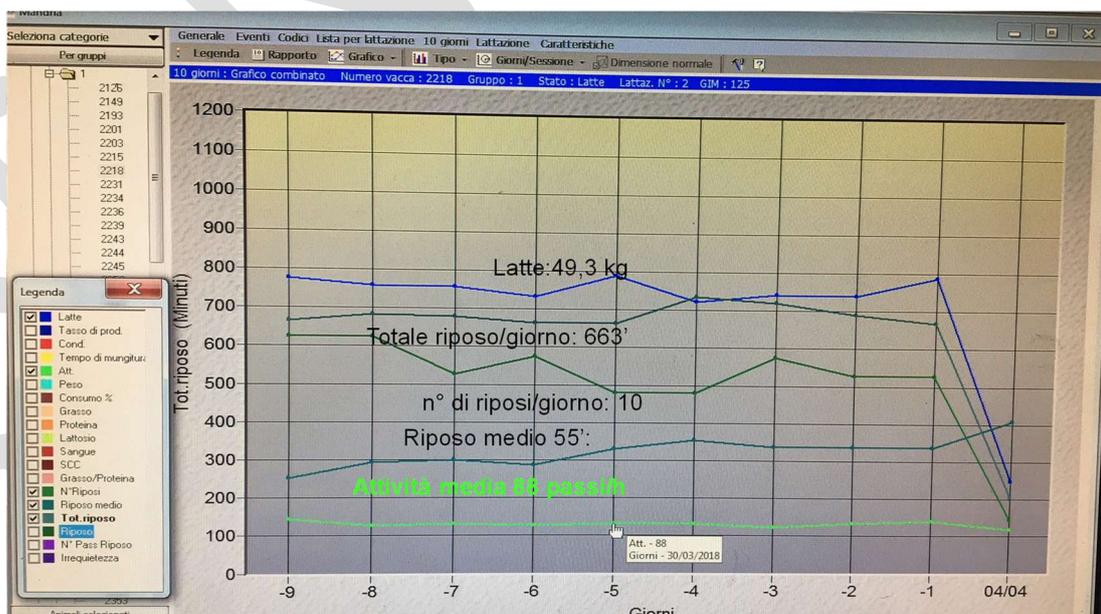


consultazione, delle variazioni positive e negative dell'attività (rispetto al valore normale o linea dello zero), indicata dalle barre verdi e dell'indicatore di calore, rappresentato dalle barre fucsia.

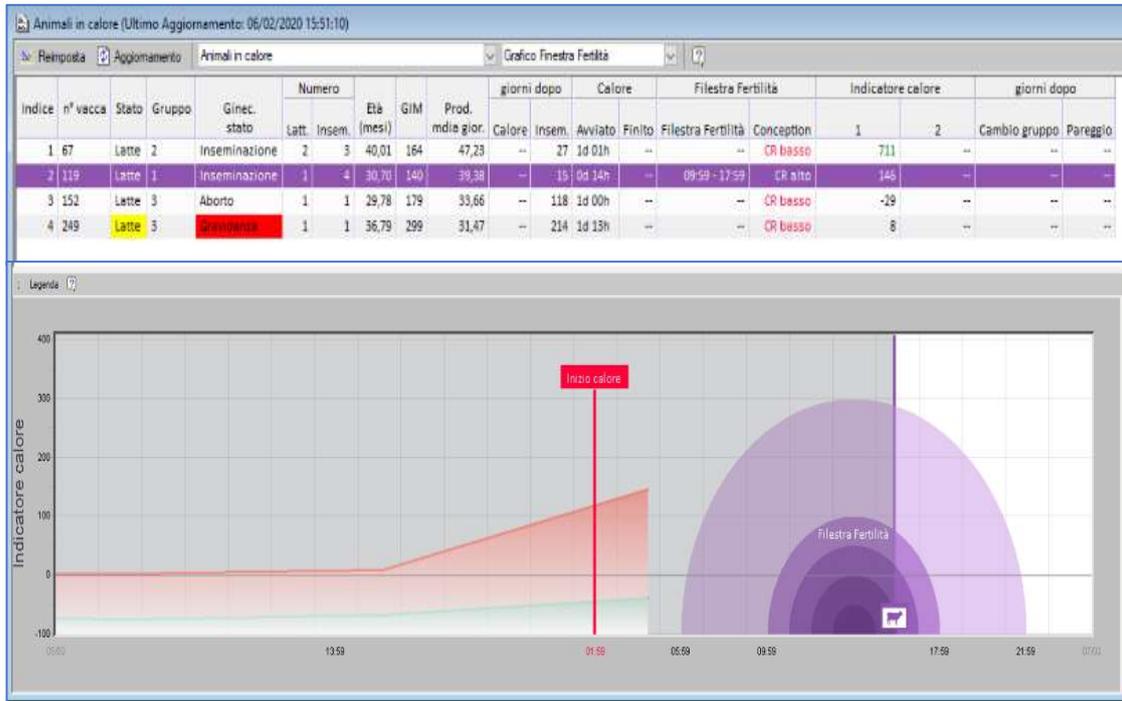


Sopra è mostrato un altro esempio di grafico di una vacca in **calore** con il tipico aumento dell'attività motoria, mentre nel riquadro a destra è riportata la tabella delle deviazioni di attività (n. di passi all'ora) con le differenti **soglie** di allerta calore stabilite (come aumento %), per manze primipare e pluripare, personalizzabili per azienda.

Il grafico seguente mostra, invece, i dati medi registrati per una vacca (Id. 2218), in un'azienda dove i dati dei pedometri sono scaricati tre volte al giorno, durante le tre mungiture. Osserviamo i dati della produzione di latte giornaliera, l'attività media (passi/ora), il riposo medio (minuti/riposo), il numero e i minuti di riposo al giorno, negli ultimi 10 giorni. La legenda mostra i dati che possono essere consultati contemporaneamente graficamente, in base ai vari sensori installati.



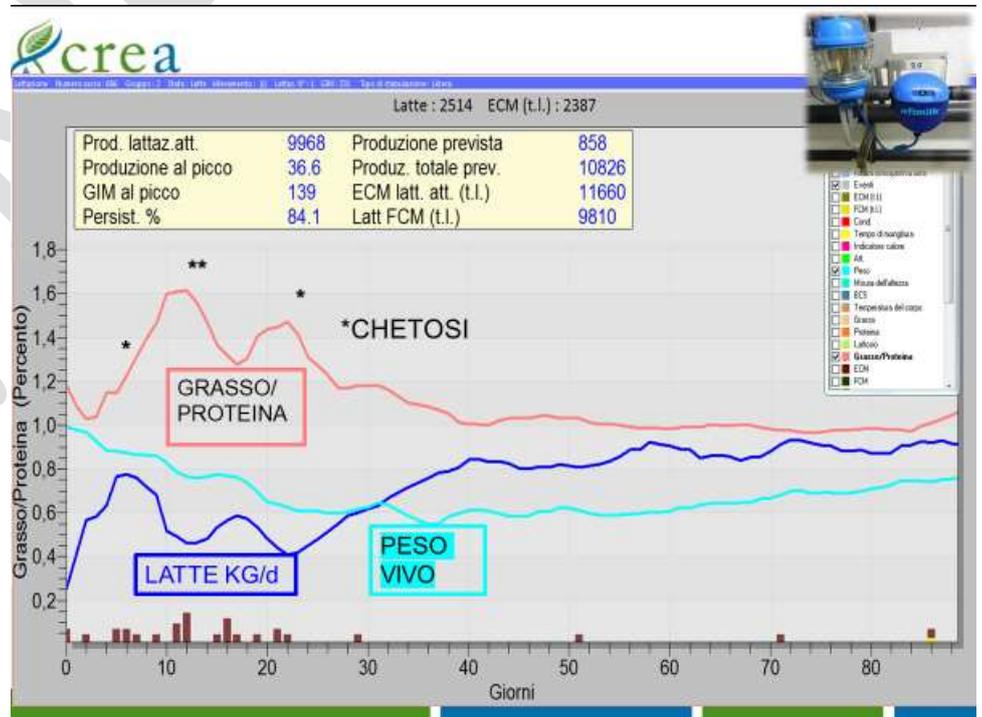
I pedometri di più recente generazione prevedono la rappresentazione nel grafico del calore della finestra di fertilità, con rappresentati sia il momento di inizio del calore che la fascia oraria considerata ottimale per avere un alto tasso di concepimento



Per quanto riguarda il monitoraggio dello **stato di salute** può essere basato sia sui dati dei pedometri che sulle analisi effettuate durante la mungitura. I parametri rilevati sono la produzione di latte, il rapporto grasso: proteine (indicatore di stato di chetosi o acidosi), il lattosio e la conducibilità elettrica (indicatori di mastite).

Nell'esempio mostrato a destra, si vede il grafico di una bovina con attenzioni salute (allerta chetosi), basate sull'aumento del rapporto grasso-proteine oltre la soglia stabilita, insieme alle

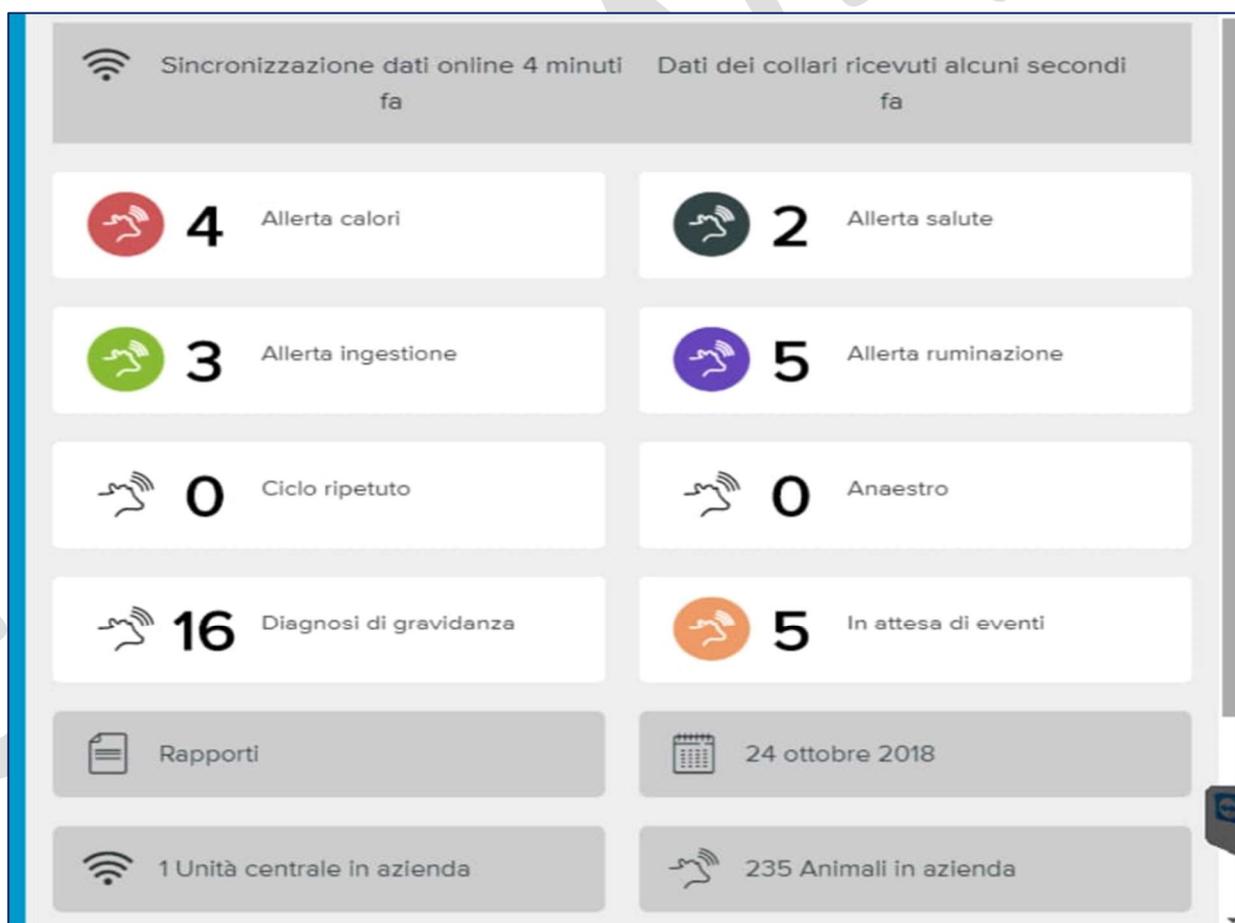
variazioni negative del peso vivo della bovina e della produzione di latte.



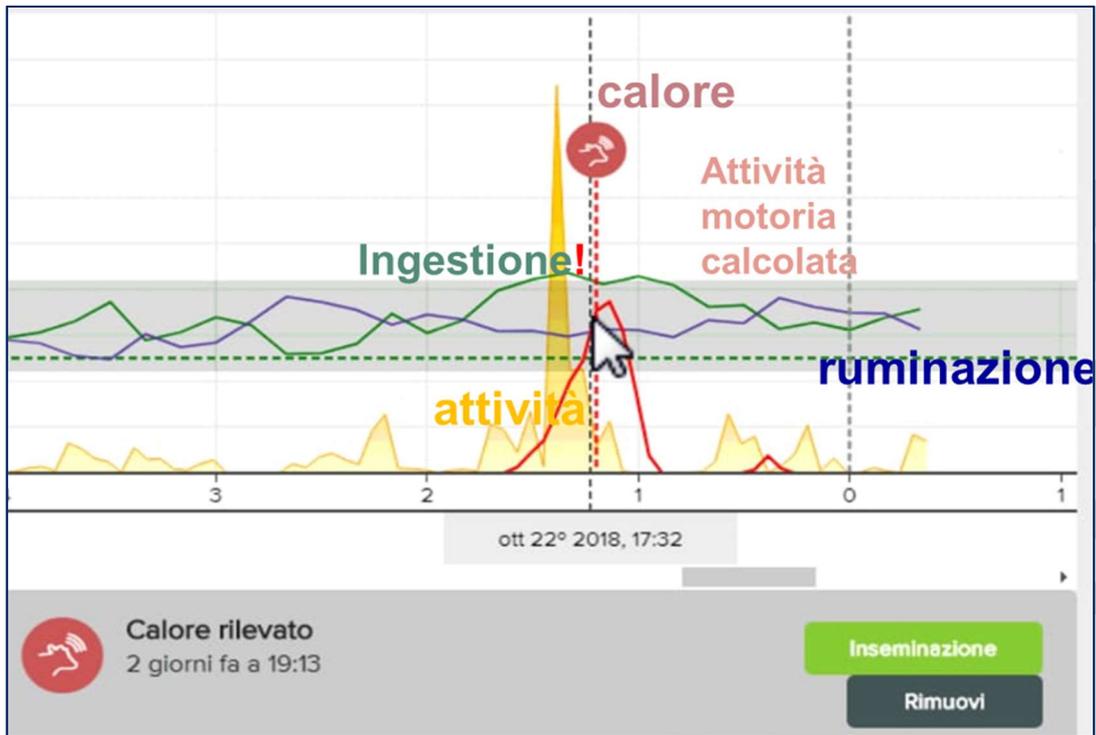
Parliamo ora del sistema a collare **Silent Herdsman**, venduto da AfiMilk (AfiCollar). Il dispositivo, che si basa su un sensore (accelerometro) in grado di misurare i parametri comportamentali, rileva i calori, controlla lo stato di salute e benessere della mandria e trasmette via wireless i dati ai vari devices: PC, smartphone, tablet, o al monitor touch screen installato in stalla: Gli allarmi sono inviati sia via email che come SMS. Dall'interfaccia utente, come quella sotto riportata, è possibile accedere velocemente alle bovine segnalate in **Allerta Calori**, **ingestione**, **salute e ruminazione** e alle **liste di attenzione** per bovine con cicli ripetuti, in anestro, in attesa di diagnosi di gravidanza, etc.



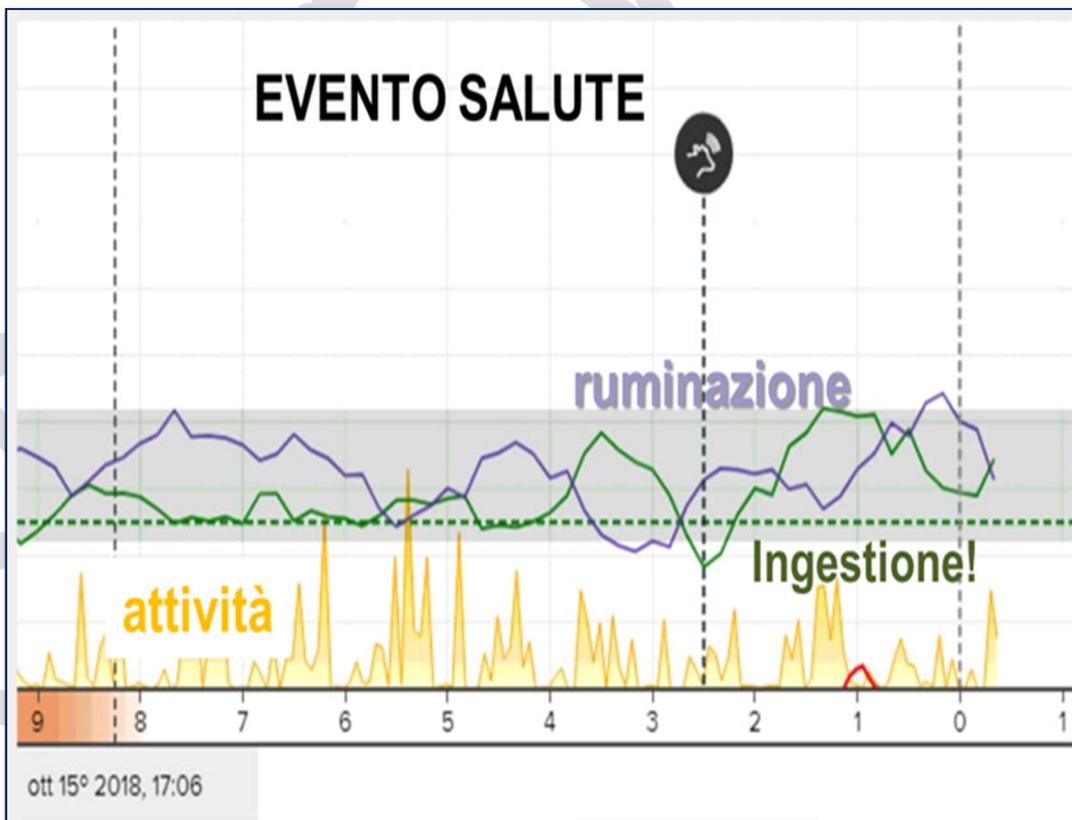
I **grafici individuali delle bovine** consentono di monitorare nel tempo l'andamento dell'attività motoria, dell'ingestione e della ruminazione.



Il **grafico** di una bovina in **calore**, come quello sotto riportato, mostra la variazione dei dati di attività, sia grezza che calcolata, con il tipico picco, accompagnato da una certa riduzione della ruminazione (un falso aumento dell'ingestione) e l'ora di inizio dell'evento.



Il **grafico** sotto, di una bovina segnalata per un **evento salute**, mostra invece una riduzione dei tempi di ingestione e ruminazione, insieme a bassi livelli di attività motoria.



f. Sistemi di monitoraggio Agis (Cow Manager)

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
CowManager	Agis	Agis	1000m	< 10 years	ear	yes	yes	yes	possible	heat; health	Link

Fonte: <https://4d4f.eu/activity-meters>

I dispositivi a marca auricolare **CowManager** sono prodotti da Agis e venduti da vari *dealer*. Grazie a un accelerometro 3D, rilevano l'attività motoria (come minuti di attività/ora e come intensità), la ruminazione, l'ingestione e il riposo (o inattività). Il dispositivo permette di monitorare anche la temperatura a livello auricolare (grazie a dei sensori di temperatura). I dati registrati sono inviati ai ricevitori (via wireless) presenti all'interno della stalla e da qui a un *server*, connesso al PC e tramite rete internet, ai vari devices e al database centrale per l'elaborazione e la consultazione dei dati. Il sistema può integrarsi con altri software gestionali; inoltre, offre la possibilità di conoscere in tempo reale la *posizione* delle bovine all'interno della stalla, grazie ad un dispositivo GPS integrato, che consente di trovare facilmente le bovine da sottoporre a FA o a trattamenti/visite. I sensori possono essere applicati al padiglione auricolare insieme alla marca di identificazione elettronica.

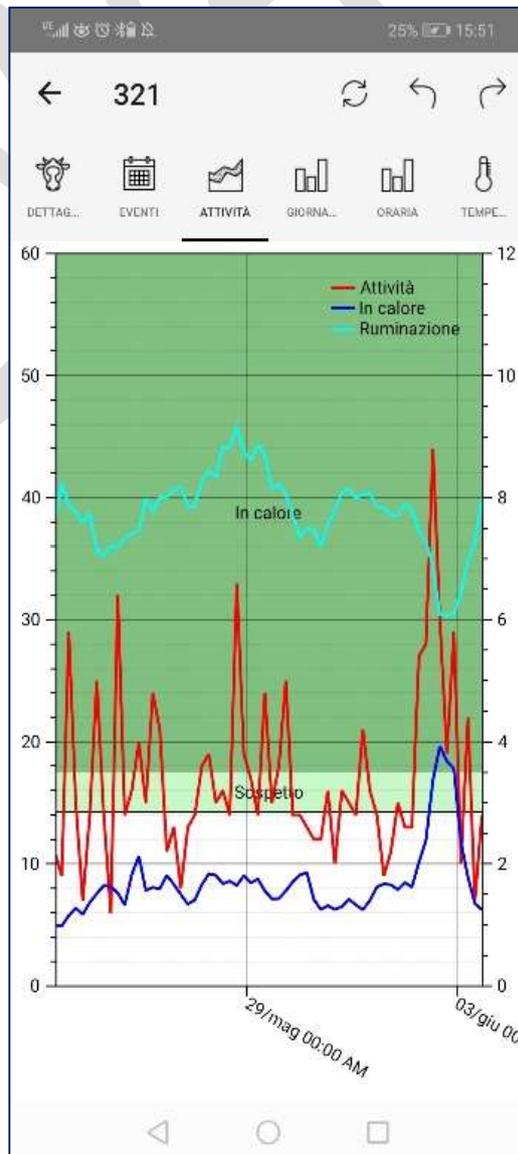


Il sistema, quindi, analizza grazie agli algoritmi, i dati dei parametri comportamentali e della temperatura auricolare e sulla base delle variazioni rilevate, permette di individuare sia le bovine in calore che quelle con possibili problemi di **salute**, segnalandole all'allevatore attraverso degli allarmi specifici *in tempo reale* e consentendogli di intervenire precocemente sul singolo animale.

CowManager												Fertilità		Salute		Nutrizione		Find my Cow		Aiuto																											
Elenco capi												Azienda		T 11:25:01		Comunità di supporto		Guida istruzioni																													
Tutti i capi												Avisi		In calore		Salute		Vacche fresche		Vacche vuote		Manze vuoto		Parto in arrivo		Vacche in lattazione		Asciutta		Bestiame giovane		Non collegato															
Gruppi:												Tutti		01		02		03		04		05		06		07		08		09		1		2		3		4		5		6		8		9	
Filtrare												Salva impostazioni		Ripristina Impostazioni		Attiva Find my Cow		Fertility Insights																													
N. Animale												FmC		Motivo del FmC		Gruppo		GIM		N. lattazione		Giorni dall'ultima fecondazione		Stato di riproduzione		Data ultimo avviso		In stato di calore		Stato di salute (ore)		Minuti ruminazione		Minuti nutrizione													
<input type="checkbox"/>	113				08			64	5			Fresca dal 05/04/2020	08/06/2020 10:00:00	11:2 21h/24d			481-	75+																													
<input type="checkbox"/>	378				08			53	3			Fresca dal 16/04/2020	08/06/2020 10:00:00	11:1 19h/16d			467-	142+																													
<input type="checkbox"/>	379				08			60	3			Fresca dal 09/04/2020	08/06/2020 10:00:00	7:4 15h			431-	182																													
<input type="checkbox"/>	425				04			26	1	280		In asciutta dal 10/04/2020	08/06/2020 10:00:00		Gravemente malat	251-	66-																														
<input type="checkbox"/>	546				03			26	1			Fresca dal 13/05/2020	08/06/2020 10:00:00		Gravemente malat	83-	21-																														
<input type="checkbox"/>	615				01			221	1	56		Controllo di gravidanza negativo in data 14/C	08/06/2020 10:00:00	5:4 11h/13d			435-	270																													
<input type="checkbox"/>	714				01			51	1			Fresca dal 18/04/2020	08/06/2020 10:00:00	5:5 12h/18d			365-	187-																													
<input type="checkbox"/>	29				02			28	5			Fresca dal 11/05/2020	08/06/2020 09:00:00		Sospetto 52h	256+	69+																														
<input type="checkbox"/>	311				03			259	3	157		Gravide dal 03/01/2020	08/06/2020 09:00:00		Gravemente malat	237-	4-																														
<input type="checkbox"/>	324				06			2	217			In asciutta dal 31/05/2020	08/06/2020 09:00:00		Sospetto 1h	349-	152-																														
<input type="checkbox"/>	435				08			204	2	56		Controllo di gravidanza negativo in data 14/C	08/06/2020 09:00:00	6:6 18h			376-	258+																													
<input type="checkbox"/>	552				06			1	252			In asciutta dal 10/05/2020	08/06/2020 09:00:00		Gravemente malat	407	204+																														
<input type="checkbox"/>	287				08			142	2	53		Gravide dal 16/04/2020	08/06/2020 08:00:00		Gravemente malat	456-	121-																														
<input type="checkbox"/>	487				02			208	1	49		Controllo di gravidanza negativo in data 29/C	08/06/2020 08:00:00		Sospetto 1h	338+	101-																														
<input type="checkbox"/>	428				01			244	2	22		Inseminazione in data 17/05/2020	08/06/2020 05:00:00	4:6 12h			448-	66+																													
<input type="checkbox"/>	388				08			183	2	42		Controllo di gravidanza negativo in data 29/C	08/06/2020 03:00:00	5:7 14h/16d			462	236																													
<input type="checkbox"/>	686				03			1	1			Fresca dal 07/06/2020	08/06/2020 02:00:00		Sospetto 23h	130	38-																														
<input type="checkbox"/>	245				08			10	4			Fresca dal 29/05/2020	08/06/2020 01:00:00		Gravemente malat	392	57-																														

L'immagine sopra mostra la *pagina iniziale* come appare consultando il software gestionale da PC. Dalla sezione **Avvisi**, è possibile conoscere tutte le bovine della mandria in allerta per calore e salute e accedere alle schede individuali e ai grafici.

Il modulo **allerta estro**, che vediamo nella prima immagine sotto a sinistra consultata tramite App da smartphone, mostra l'elenco con i principali dati riguardanti le bovine in calore, indicando per ognuna se *sospetta* o in *calore* e da quante ore. La seconda immagine (sotto a destra) rappresenta graficamente il comportamento della bovina ID:321, segnalata in calore la sera precedente, con l'andamento dell'alta *attività* (linea rossa), dello *stato di calore* (linea blu) e della *ruminazione* (linea azzurra), rispetto alle soglie (area verde chiaro e verde scuro) che classificano la bovina come sospetta o in calore. Il sistema mostra nel report delle allerte delle *frecche* rivolte verso l'alto o il basso per indicare se la bovina è nella fase di aumento dell'attività verso il picco o la ha già raggiunto, indicando anche da quante ore (per individuare il momento ottimale per effettuare la FA). Lo stato del calore è un indicatore che si basa sull'andamento di vari comportamenti della bovina durante l'estro.



Guardiamo un altro esempio, relativo alla bovina ID: 400, segnalata in calore come vediamo nella schermata sotto degli avvisi consultati da PC. Dal report vediamo che l'animale aveva mostrato un calore (con fecondazione) 22 giorni prima. Per questa vacca possiamo consultare innanzitutto la sua scheda dati e la sua scheda eventi e poi il grafico con l'andamento dell'attività, dello stato di calore e della ruminazione e accanto quello della temperatura auricolare (immagini sotto riportate).

Tutti i capi	Avvisi	In calore	Salute	Vacche fresche	Vacche vuote	Manze vuoto	Parto in arrivo	Vacche in lattazione	Asciutta	Bestiame giovane	Non collegato	
Gruppi:		Tutti	0	1	7	8						
<input type="checkbox"/> N. Animale <input type="checkbox"/> FmC <input type="checkbox"/> Motivo del FmC <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> GIM <input type="checkbox"/> N. lattazione <input type="checkbox"/> Giorni dall'ultima fecondazione <input type="checkbox"/> Stato di riproduzione <input type="checkbox"/> Data ultimo avviso <input type="checkbox"/> In stato di calore <input type="checkbox"/> Stato di salute (ore) <input type="checkbox"/> Minuti ruminazione <input type="checkbox"/> Minuti nutrizione												
<input type="checkbox"/>	408			1					03/06/2020 15:00:00	11.9 17h	137-	278
<input type="checkbox"/>	400			1			22	Inseminazione in data 12/05/2020	03/06/2020 12:00:00	4.5 8h/22d	343-	354+
<input type="checkbox"/>	323			1	259	1	170	Gravide dal 16/12/2019	03/06/2020 11:00:00	3.3 4h	525	308
<input type="checkbox"/>	353			1	56	1		Fresca dal 08/04/2020	03/06/2020 11:00:00	5.1 15h, 23d	476	274
<input type="checkbox"/>	403			1			16	Inseminazione in data 18/05/2020	03/06/2020 11:00:00	4.8 8h/16d	221-	530+
<input type="checkbox"/>	107			7			5	In asciutta dal 31/05/2020	02/06/2020 17:00:00	Sospetto 3h	401	203+

400 (1) Temperatura Eventi Comportamento Attività

Ricerca Animale			
N. Animale	400	Nome	
Nessun elemento disponibile	IT	Sesso	Femmina
Valore lattazione		Gruppo	1
Asciutta	<input type="checkbox"/>	Bestiame giovane	<input checked="" type="checkbox"/>
SCC (Cellule Somatiche)		N. lattazione	
Produzione latte		Grassi prec.	
% attuale grassi		Proteine prec.	
% attuale proteine		Grassi/proteine prec.	
Rapporto grassi/proteine attuale		Età	1,03
Data di nascita	14/02/2019		
GIM			

Sensor	
Codice Sensor	A0000ABBEA31 6965
Ultima misura	03/06/2020 15:54
Nome Antenna	STALLA
Versione software	V7.14

Cronologia eventi		Data	Giorno fa
Data parto			
Data di vuoto			
Data del calore			
Data trattamento ormonale			
Data inseminazione	12/05/2020	22	Numero di inseminazioni 1 Nome padre
Data di lavaggio ET			
Data controllo gravidanza			
Data di asciutta			
Data di arresto inseminazione			

Data	Evento	Risultato	Commento	Nome padre	Data di creazione	Origine	Modifica data	Origine
03/06/2020	Abortito							
12/05/2020	Inseminazione				13/05/2020 07:03	CowDataImport		
27/03/2020	Associazione tag capo		A0000ABBEA316965		27/03/2020 16:09	SmartConnect		
28/02/2019	In gruppo		1		28/02/2019 07:04	CowDataImport		
14/02/2019	Nascita				28/02/2019 07:04	CowDataImport		



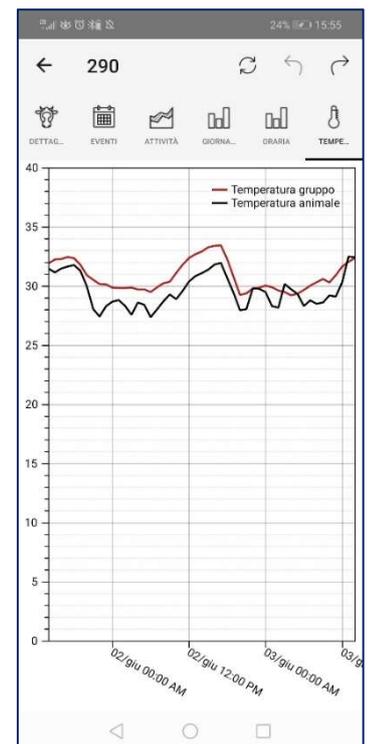
La prima schermata riportata di seguito mostra, invece, l'elenco delle bovine in **allerta salute** (che cioè potrebbero avere qualche patologia) consultabile tramite App da Smartphone, con indicato graficamente il possibile livello di gravità e da quante ore è iniziato l'allarme (riquadro rosso o giallo).

Questi avvisi riguardanti anomalie di comportamenti classificano le bovine sulla basa della percentuale di riduzione dei tempi di ruminazione e di aumento dei tempi di riposo, da moderata a seria, come: *sospette (ruminazione ridotta moderatamente)*, *malate* (bovina meno attiva e ruminazione molto ridotta) o *gravemente malate* (seria riduzione dell'attività e della ruminazione).

Possiamo osservare sotto a destra il grafico del comportamento della bovina ID:290, segnalata come gravemente malata nel report salute, con la rappresentazione di quanto tempo passa a ruminare, mangiare, in inattività, in attività e alta attività, in % della giornata. Osserviamo il graduale cambiamento dei suoi comportamenti.

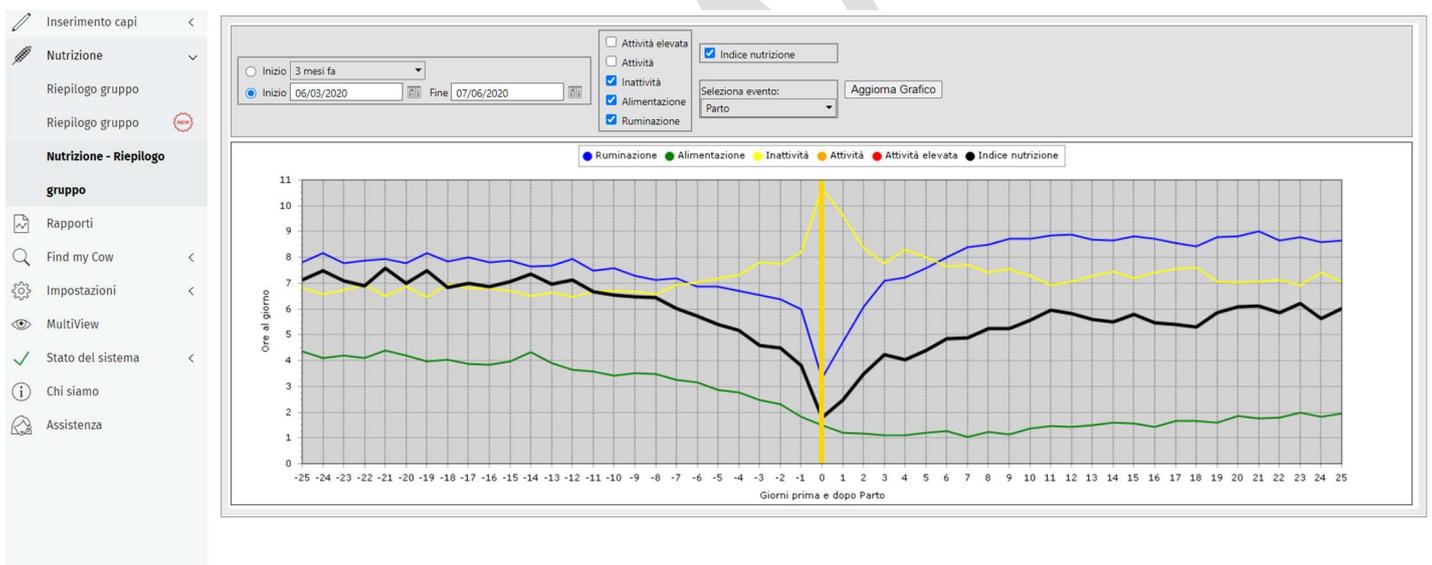


Il modulo **salute** consente di riconoscere precocemente le bovine con problemi basandosi anche sulla variazione della temperatura rilevata (**allerta temperatura**) a livello auricolare su ogni animale in confronto al dato medio del gruppo, come mostrato nel grafico accanto, sempre relativo alla bovina ID:290.



Infine, è disponibile il modulo **nutrizione** che fornisce informazioni sul comportamento alimentare (ingestione più ruminazione) a livello di singolo animale e di gruppo o di mandria. Quando si registra una variazione dei minuti di ruminazione o di ingestione > del 10% rispetto alle 24 ore precedenti, viene segnalata con un “+” o un “-”, accanto al valore numerico (indicati nei report salute e calore).

L'allevatore può consultare i dati comportamentali medi di ciascun gruppo insieme a un dato combinato, il **Fattore o Indice Nutrizione (Feed Factor)**, che combina insieme i dati di ruminazione, ingestione e inattività. Tali dati possono essere consultati da parte dell'allevatore e del suo alimentarista per valutare gli effetti sul gruppo dovuti a fattori ambientali e/o gestionali vari, come i cambi di razione, di qualità delle materie prime ecc., o monitorare il periodo di transizione, come nell'immagine mostrata sotto. Il grafico mostra, infatti, gli andamenti, nei 25 giorni prima e nei 25 giorni dopo il parto (indicato con una linea gialla verticale), dei comportamenti di ruminazione, ingestione e inattività e la linearità o meno dell'indice di nutrizione calcolato sul gruppo, al fine di monitorare la normale ripresa delle attività in questo delicato periodo produttivo delle bovine.



f. Sistema di monitoraggio SmartBow

Sensor	Dealer	Manufacturer	Range antenna	Battery life	Placement	Rumination	Eating time	Lying time	Positioning	Type of alerts	URL
Smartbow	Zoetis	Smartbow	100 indoors; 500m outdoors	2 years	ear	yes	no	no	yes	heat; health; calving	Link

Il sistema **Smartbow** è composto dai **sensori** auricolari installati sul padiglione auricolare delle bovine, che misurano in continuazione i movimenti e la posizione e inviano i dati (via radiofrequenza) ai **ricevitori** installati in stalla. Dai ricevitori i dati sono inviati al server aziendale, dove sono elaborati grazie a degli algoritmi specifici. L'accelerometro 3D è in grado di rilevare l'attività motoria, l'alta **attività** e la **ruminazione** delle bovine per riconoscere i calori, monitorare salute e benessere animale. Grazie alla presenza di un GPS, il dispositivo consente di **localizzare** in tempo reale le bovine per trovare facilmente in stalla gli animali segnalati dal sistema (da dover sottoporre a visita o FA) e monitorare gli spostamenti tra le diverse aree della stalla (zone di riposo, di alimentazione, di abbeverata, passaggi), offrendo informazioni di supporto alla valutazione del benessere del singolo e della mandria.



Quando il sistema rileva delle variazioni comportamentali significative rispetto alla normalità di ciascun animale, le segnala all'allevatore come **allerte** calore o salute. Allarmi e grafici possono essere consultati in qualsiasi momento da PC, smartphone o tablet.

Di seguito è mostrata l'interfaccia utente, da cui è possibile accedere facilmente ai dati di tutta la mandria, agli allarmi, agli elenchi delle bovine con problemi di salute, ai vari rapporti e alla mappa.

The image shows the SmartBow mobile application interface on a tablet. The top navigation bar includes icons for 'Animali', 'Allarmi', 'Allevamento', 'Salute', 'Mappa', 'Rapporti', 'Amministrazione', and 'Cronologia'. Below this is a search bar and a list of animals. The main screen displays detailed information for an animal named 'IT00'. The animal's age is 9 years 9 months 3 weeks 5 days, and it was born on August 15, 2010. The interface shows various data points: 'Assegnazione EarTag' (48952), 'Ruminazione' (677 minuti), 'Stato allevamento' (Inseminazione on May 25, 2020), and 'Gruppo Affiliazione' (LATTAZIONE). There are also buttons for 'Eliminare assegnazione', 'Eliminare dal gruppo', 'Attesa parto', and 'Vacca asciutta'.

Il sistema consente di gestire tutta la mandria, dalla vitellaiia alle bovine in lattazione. È possibile inserire diversi eventi rilevati (patologie e gravidanze diagnosticate, terapie, FA, parti, messa in asciutta, ecc.), potendo avere la situazione clinica e sanitaria della mandria facilmente sotto controllo.

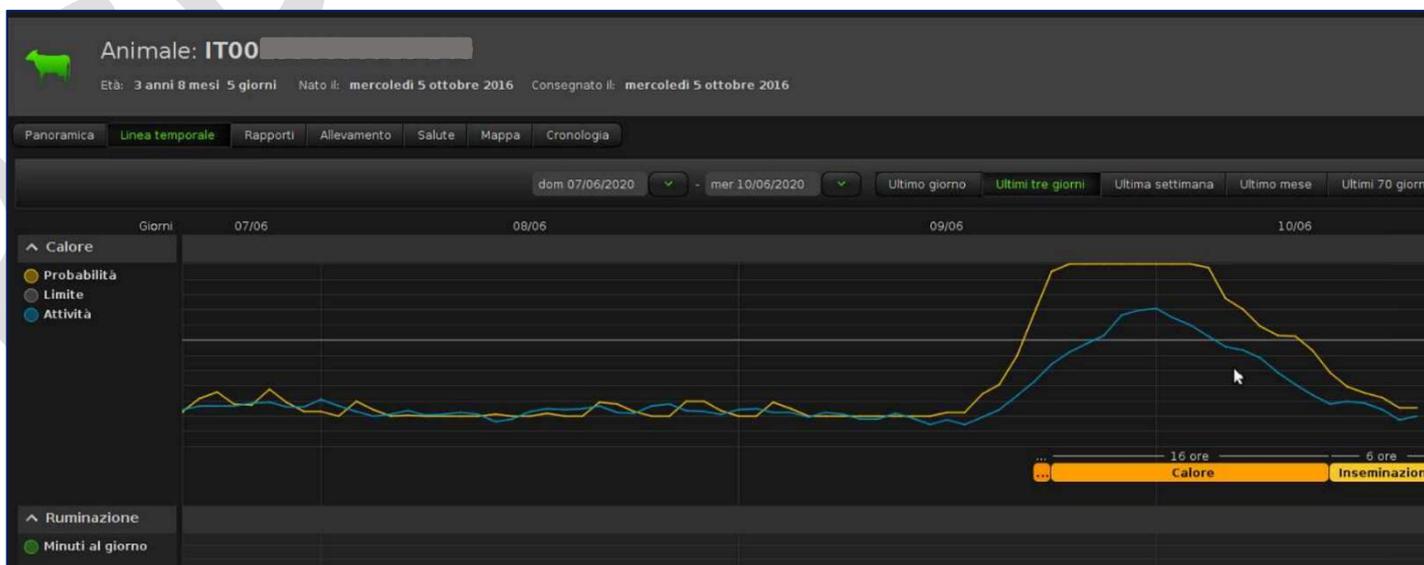


Dall'icona **Allarmi** si può accedere all'elenco generale di tutte le bovine in allerta o a quelli specifici (tutti, Allevamento, Ruminazione, Calore, Tag, Maggiore attività).

Il **report calori** (immagine sotto) mostra tutte le bovine identificate in estro con la data dall'ultimo parto, l'ora di inizio e di fine del calore, le indicazioni per effettuare la FA al momento ottimale (ore utili prima dell'ovulazione) e la probabilità del calore. Quest'ultima voce è un indicatore che tiene conto delle variazioni dell'attività, della ruminazione e della distanza dal calore precedente.

Assegnazione	Stato allevamento	Avviso	Probabilità	Tendenza	Inizio calore	Fine calore	Inseminazione
IT002990	Nessuna voce	Smartbow rileva un a...	49 %	↓	martedì 9 giugno 2020 22.08...	mercoledì 10 giugno 2020 2...	Fine inseminazione 8 ore fa
IT002990	Ultimo parto: 6-apr-2020	Smartbow rileva un a...	70 %	↓	martedì 9 giugno 2020 21.08...	mercoledì 10 giugno 2020 3...	Fine inseminazione 7 ore fa
IT002990	Ultimo parto: 14-gen-2020	Smartbow rileva un a...	96 %	↓	martedì 9 giugno 2020 20.08...	mercoledì 10 giugno 2020 5...	Fine inseminazione 5 ore fa
IT002990	Ultimo parto: 21-gen-2020	Smartbow rileva un a...	100 %	↓	martedì 9 giugno 2020 18.08...	mercoledì 10 giugno 2020 1...	Fine in 0 ore

Il grafico di seguito, riferito alla bovina con il 100% di probabilità di calore dell'elenco precedente, mostra l'andamento sia dell'attività motoria (rispetto alla soglia limite) che del valore di probabilità calcolata.



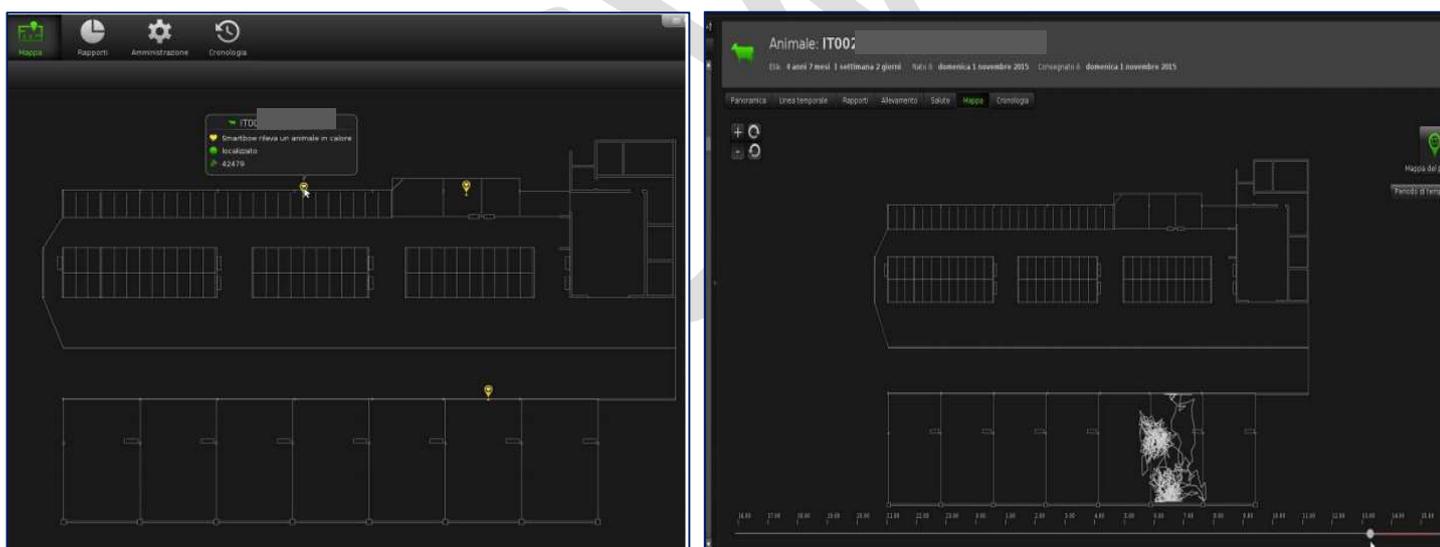
Al raggiungimento del picco il sistema invia un sms all'allevatore per avvisarlo del calore, mediamente 16 ore prima del momento ideale per inseminare (finestra di fecondazione).

Gli **allarmi ruminazione**, sulla base delle variazioni oltre delle soglie, permettono di riconoscere precocemente le bovine affette da patologie. Il rapporto Ruminazione di seguito mostrato riporta un elenco con due bovine in allarme, una con riduzione urgente e l'altra nel lungo periodo, in relazione alla severità del problema.



Assegnazione	Avviso	Data	Fine	Ultima ruminazione
IT0029900	Smartbow ha rilevato una riduzione urge...	martedì 9 giugno 2020 23.59 (ieri)	L'allerta ruminazione non è finita	249 minuti
IT0029900	Smartbow ha rilevato una riduzione a lun...	martedì 9 giugno 2020 14.08 (ieri)	L'avviso finisce il: venerdì 12 giugno 2020	454 minuti

La funzione di geolocalizzazione consente di trovare facilmente gli animali da fecondare in stalla. Inoltre, permette monitorare il *percorso* compiuto dagli animali nella stalla per vedere gli spostamenti tra le varie aree, se sono andati a mangiare o a bere, ad esempio.



La consultazione degli allarmi *ruminazione* e del percorso degli animali nelle ore precedenti le allerte diventa un utile strumento di prevenzione e riconoscimento precoce delle patologie.

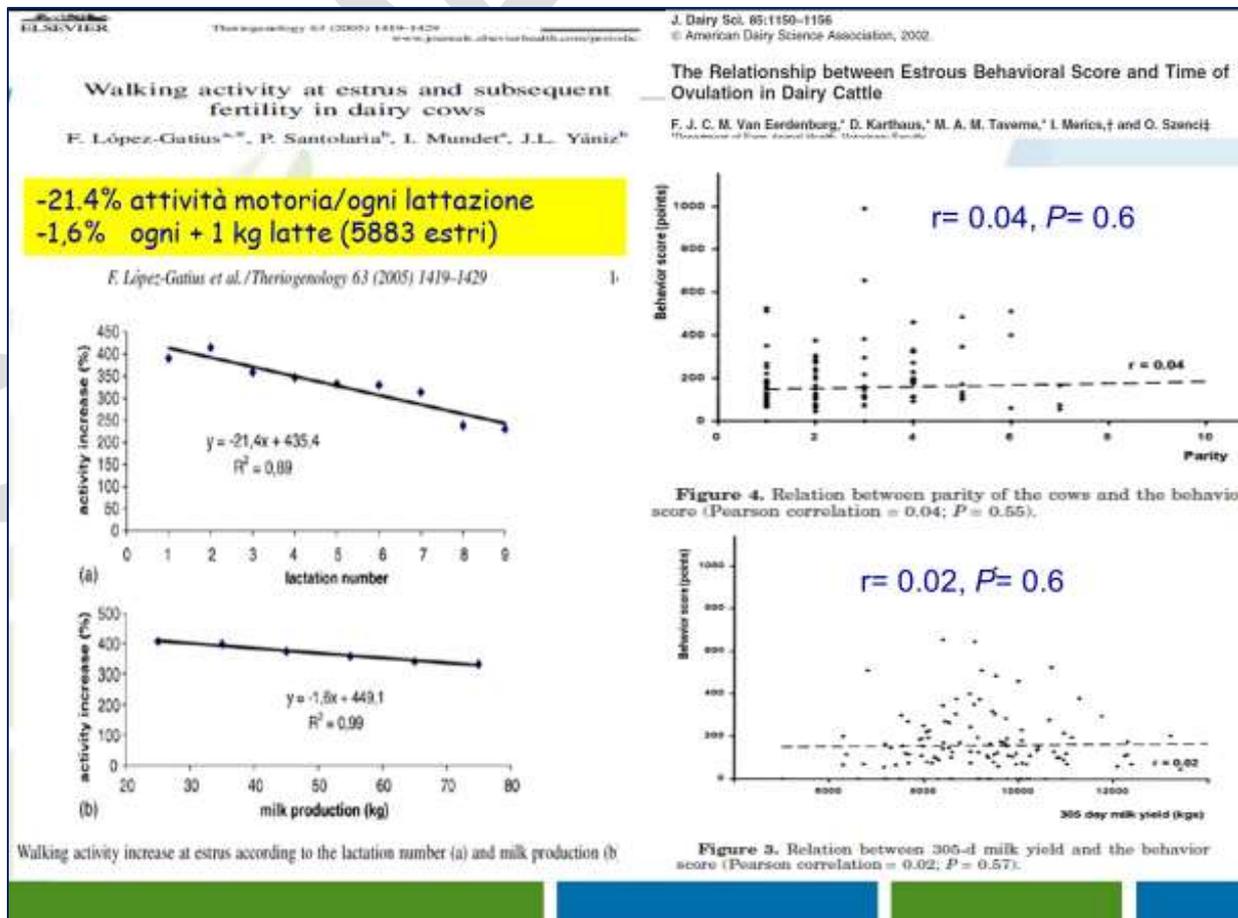
Il grafico successivo (Rapporto Ruminazione) mostra l'andamento del valore medio della ruminazione giornaliera del gruppo delle bovine in **lattazione** (barre azzurre) e quello medio dei 21 giorni precedenti (linea rossa). È possibile monitorare eventuali variazioni entro ciascun gruppo di animali della mandria (asciutta, fresche, lattazione, manze, vitelle) nelle ultime 24 ore o negli ultimi 7 o 21 giorni.



Efficienza dei sistemi

L'espressione dell'estro, intesa come **intensità e durata dell'aumento di attività**, può essere influenzata da numerosi fattori, legati all'animale, alla gestione e all'ambiente, tra cui:

- ❑ **FATTORI GENETICI**, differenze tra razze e linee genetiche (Rottersen and Touchberry, 1957; Orihuela et al., 2000, Hackett et al., 1984), (l'ereditabilità è = 0,21);
- ❑ **STADIO DI LATTAZIONE**: calori silenti più comuni alla prima ovulazione post-parto;
- ❑ **ORDINE DI LATTAZIONE**: risultati diversi rilevati in letteratura, da nessuna differenza significativa tra primipare e pluripare, ad una maggior attività, ma di durata inferiore nelle primipare vs le pluripare, o picco e durata maggiori nelle primipare vs le pluripare (Arney *et al.*, 1994; Van Eerdenburg, 1996; Walker et al., 1996 van Vliet and van Eerdenburg, 1996; van Eedenburg et al., 2002; Lopez-Gatius et al., 2005; Løvendahl and Chagunda, 2010);
- ❑ **LIVELLO PRODUTTIVO**: all'aumentare della produzione di latte > 39,5 kg/d si sono osservati ↓ della durata dell'estro, del livello sierico di estradiolo (E2), del numero di eventi di *standing* e della durata delle manifestazioni (Lopez et al., 2004); -1,6% dell'aumento % dell'attività motoria per ogni +1 kg di latte oltre i 20 kg/giorno (Lopez-Gatius et al., 2005), o nessuna correlazione tra i fattori, invece, secondo Van Eerdenburg et al. (2002);



❑ **LAMINITI E PROBLEMI PODALI:** osservati risultati diversi; da nessun effetto sull'ovulazione (Morris et al., 2009); a ↓ dell'attività con *Locomotion Score* ≥ 3 (Galindo and Broom, 2002), a ↓ dell'intensità dell'estro (-37%) (Walker et al., 2008);

❑ **BCS:** per ogni +0,25 punti di BCS, la probabilità che la bovina sia correttamente identificata (dai sistemi automatici) in calore > di 1.4 volte (2012).

❑ **DIMENSIONI MANDRIA:** all'aumentare del numero di vacche contemporaneamente in calore in stalla si sono osservati: ↑ intensità e durata del comportamento estrale; ↑ % di eventi rilevati; ↑ durata dell'estro (da 7,5 a 10,2 ore con 1-3 vacche in calore) e delle monte (di 5 volte se sono ≥ 4 le vacche presenti in calore) (Hurnik et al., 1975; Van Vliet et al., 1996; Roelofs et al., 2005);

❑ **STAGIONE:** sono stati rilevati effetti stagionali differenti, come nessuna differenza significativa per temperature < 24°C; un < numero di eventi di monta/ora in estate rispetto all'inverno; > ovulazioni silenziose e < durata dell'estro in estate (nelle pluripare, ma non nelle primipare) (De Silva et al., 1981; Britt et al., 1986; Walker et al., 1996; Rodtian et al., 1996; Nebel et al. 1997; At Tharas and Spahr, 2001; Lopez-Gatius et al., 2005; Stevenson et al., 2014);

❑ **STABILIZZAZIONE:** sui pavimenti scivolosi o in cemento si sono osservate durate e numero di monte inferiori rispetto ai pavimenti in gomma (Britt et al., 1986; Platz et al., 2008).

Dalle ricerche, inoltre, è emerso che le bovine con estri di maggior intensità hanno un maggior tasso di concepimento rispetto a quelle con calori meno intensi, come si osserva dall'immagine accanto che riporta i risultati della sperimentazione condotta da Madureira et al. (2015),

confrontando un collare e un pedometro. Gli autori hanno valutato gli effetti di alcuni fattori di rischio (livello di BCS, ordine di lattazione, livello produttivo, stadio di lattazione e presenza di segni secondari del calore) in grado di influenzare l'intensità dell'attività rilevata al picco, la durata dell'estro e la % di gravidanze per inseminazione. Come riportato nella tabella, si sono osservati valori di attività media al picco più bassi e durata dell'estro inferiore nelle bovine con BCS <2,5 vs BCS > 2,75; nelle pluripare

J. Dairy Sci. 98:7983-7994
 http://dx.doi.org/10.3181/jds.2015-0672
 © American Dairy Science Association, 2015.

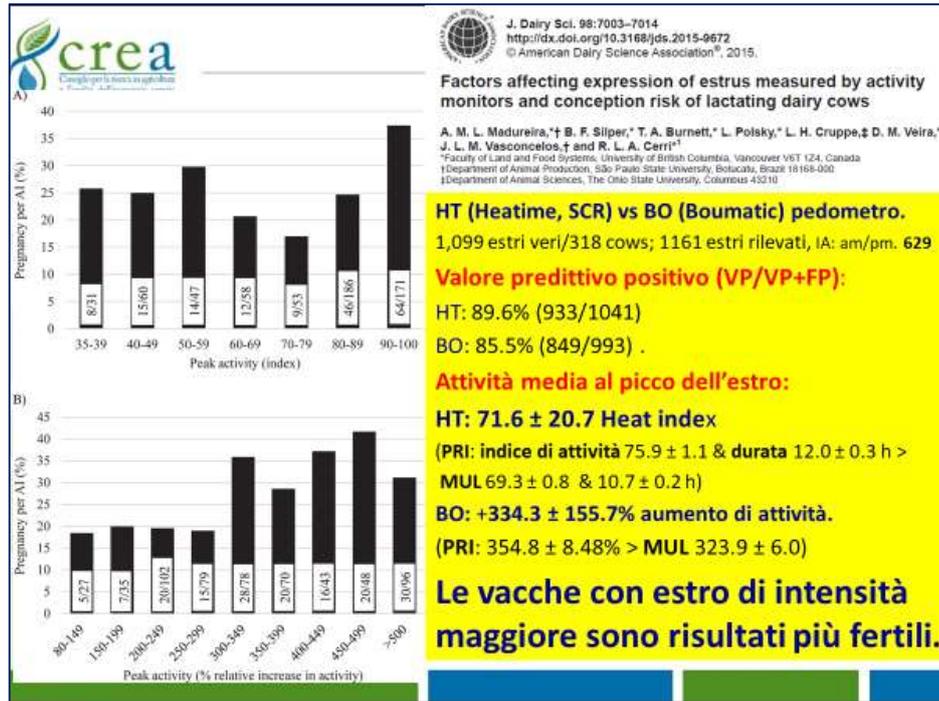
Factors affecting expression of estrus measured by activity monitors and conception risk of lactating dairy cows
 A. M. L. Madureira,¹ B. E. Sliker,¹ T. A. Barnett,¹ L. Polak,¹ L. H. Crapps,¹ D. M. Veira,¹ J. L. M. Vasconcelos,¹ and R. L. A. Cerri¹
¹Faculty of Lactating Food Systems, University of British Columbia, Vancouver V6T 1Z4, Canada

Table 1. Means ± SD for peak estrus activity (index and percent relative increase in activity), estrus duration, on index activity and pregnancy per AI according to BCS, parity, milk production, lactation stage, and secondary signs of estrus

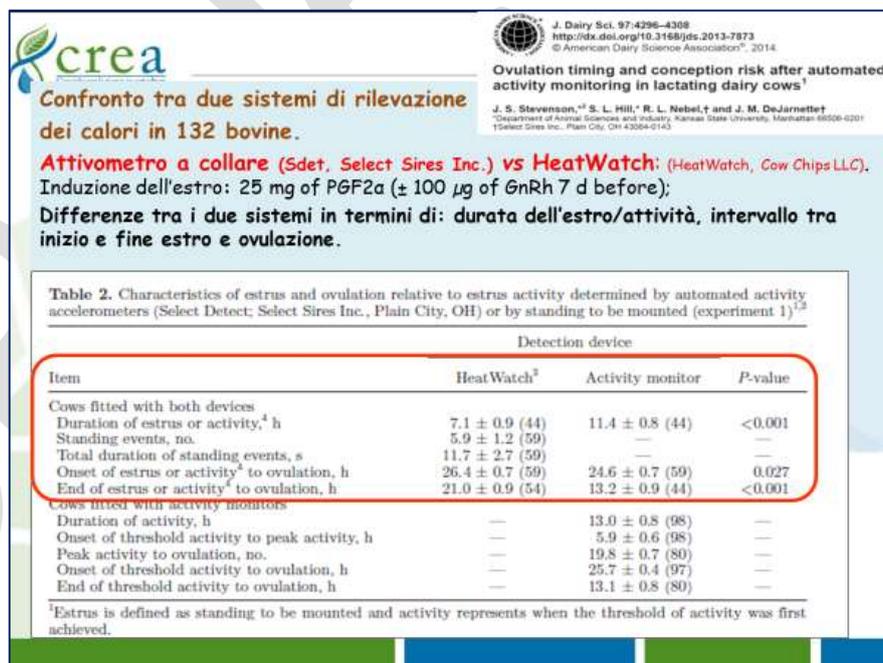
Variable	Peak activity		Duration (h) ¹	Cows pregnant at 32 d ² of cows AI
	HT (SCR) vs BO (Boumatic)	Relative increase ³ (%)		
BCS				
Low (<2.5)	65.2 ± 1.5 ^a	294.7 ± 11.3 ^a	9.6 ± 0.4 ^a	16.8 ^a (7/29)
Medium (2.75 to 3.0)	73.8 ± 0.8 ^b	345.7 ± 6.0 ^b	11.4 ± 0.5 ^b	28.6 ^b (122/427)
High (>3.25)	71.9 ± 1.9 ^b	330.2 ± 14.9 ^b	11.6 ± 0.2 ^b	39.7 ^b (17/101)
Parity				
Primiparous	75.9 ± 1.1 ^a	354.8 ± 8.4 ^a	12.0 ± 0.3 ^a	27.3 (59/216)
Multiparous	69.3 ± 0.8 ^b	323.9 ± 6.0 ^b	10.2 ± 0.2 ^b	27.7 (115/415)
Secondary signs of estrus⁴				
Weak	66.6 ± 1.0 ^a	308.3 ± 7.7 ^a	10.1 ± 0.3 ^b	28.6 (47/191)
Normal	73.3 ± 1.1 ^b	340.7 ± 9.0 ^b	11.7 ± 0.3 ^b	24.6 (63/216)
Strong	76.8 ± 1.2 ^b	362.9 ± 8.9 ^b	12.2 ± 0.3 ^b	29.2 (64/224)
Milk production (kg/d)				
<31.3	74.6 ± 1.4 ^a	350.3 ± 11.1 ^a	12.1 ± 0.3 ^a	26.9 (42/164)
31.4-38.8	71.6 ± 1.4 ^b	322.4 ± 11.2 ^b	11.6 ± 0.3 ^b	29.0 (51/176)
38.9-45.1	68.5 ± 1.5 ^b	312.8 ± 11.3 ^b	10.3 ± 0.3 ^b	25.3 (40/158)
>45.0	64.4 ± 1.4 ^b	307.2 ± 11.2 ^b	9.6 ± 0.3 ^b	28.7 (39/139)
Lactation stage				
Fresh (<45 DIM)	67.9 ± 1.7 ^a	308.8 ± 12.8 ^a	9.8 ± 0.4 ^a	—
Lactating (45-120 DIM)	71.6 ± 1.0 ^b	334.8 ± 8.2 ^b	11.4 ± 0.2 ^b	29.7 (111/374)
Late (121-250 DIM)	69.8 ± 1.3 ^b	325.9 ± 10.2 ^b	11.6 ± 0.3 ^b	29.2 (63/256)

Secondary signs (signs of repeated mounting activity, clear vaginal mucus and uterine tonus) were classified as weak (at least 1 sign), normal (at least 2 signs), or strong (3 secondary signs).

vs primipare; con produzioni > 31,5 kg, nelle vacche < 45 giorni di lattazione e con segni secondari di calore deboli.



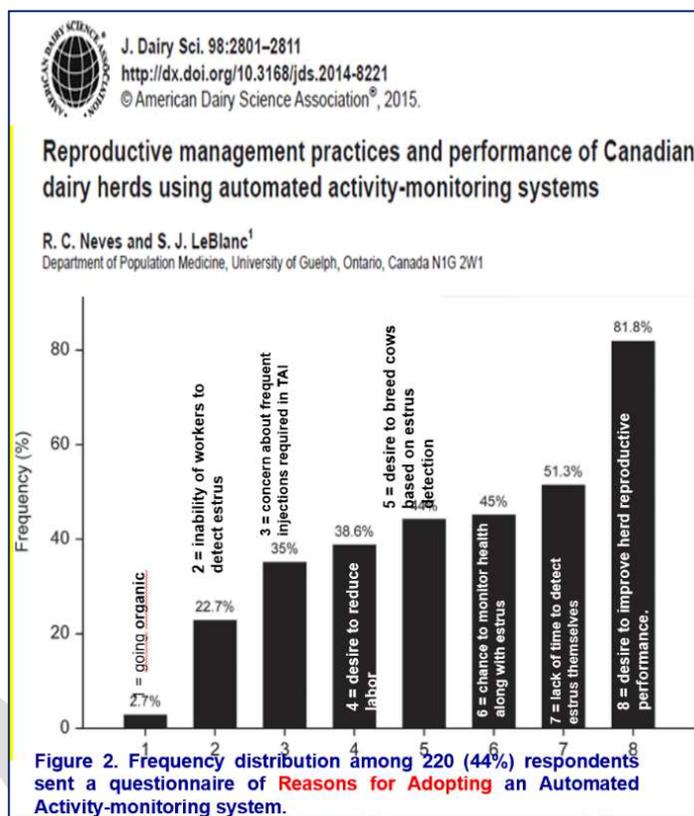
Il confronto tra due sistemi automatici di rilievo dei calori come quello riportato da Stevenson et al. (2014), mostra differenze molto importanti in termini di durata dell'estro, ora di inizio e fine, usando un sistema di rilievo delle monte e un collare.



Nel 2010 in Canada fu condotta una indagine da Neves e LeBlanc (JDS) su un campione di 505 allevatori per conoscere le **motivazioni** che li aveva spinti ad acquistare le tecnologie per il rilievo automatico dei calori. I 220 produttori partecipanti (il 44%) risposero all'indagine dichiarando:

- 82% per **migliorare** le prestazioni riproduttive,
- 51% per **manca** di tempo per rilevare i calori,
- 45% per **monitorare** lo stato di salute oltre i calori;
- 44% perché desiderava inseminare le vacche dopo rilevazione del calore,
- 39% per ridurre il lavoro,
- 23% incapacità degli addetti nel rilevare i calori.

Infine, per conoscerne la presenza o l'interesse per le tecnologie di ZdP per monitorare i calori e anche la salute bovina negli allevamenti Italiani, i ricercatori del CREA di Lodi hanno effettuato nel 2016 una indagine insieme ai tecnici dell'APA di Cremona in 490 aziende della provincia di Cremona (su 590 aderenti ai controlli ufficiali AIA). Dall'indagine sul campione indagato, con un n° medio di 188 vacche/azienda e 43 vacche per operaio, è emerso che il sensore più diffuso era il pedometro seguito dal collare; i più interessanti anche se poco presenti erano i sensori per monitorare attività e ruminazione. Considerando la presenza di almeno un sensore per il riconoscimento dell'estro, i pedometri e gli attivometri risultavano i sistemi più diffusi, mentre erano poco presenti, ma risultavano comunque molto interessanti (per circa il 50% degli intervistati) i sistemi di attività combinata, l'analisi automatizzata del progesterone nel latte e l'individuazione di problemi podali; invece, non suscitavano interesse I sistemi di localizzazione, determinazione della posizione o della temperatura.



The technicians of Provincial Breeder Association (APA) of Cremona interviewed **490 farmers** from July to September 2016.



Items	Mean ± sd
Dimensioni azienda (ha)	96.2 ± 89.7
Mandria (vacche lattazione + asciutta)	188±137
Produzione latte eff. (kg/305 d)	9827±1346
N° impiegati(EW, n°)	4.3±2.2
Vacche:impiegati: EW (n°)	43.3±19.2

Article

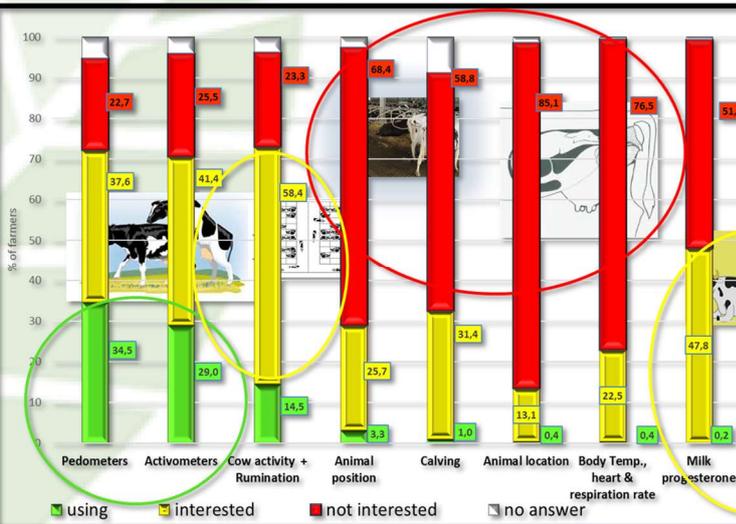
A Survey of Italian Dairy Farmers' Propensity for Precision Livestock Farming Tools

Fabio Abeni *, Francesca Petrerà and Andrea Galli

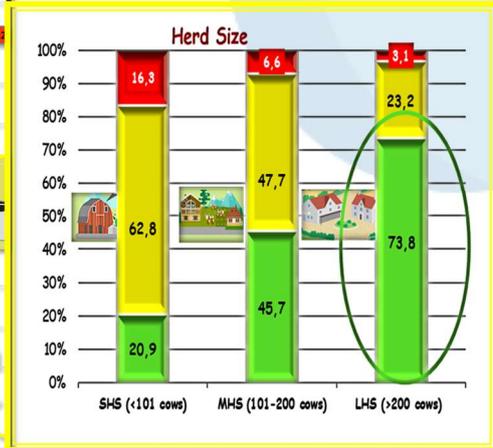
CREA Research Center for Animal production and Aquaculture, via A. Lombardo, 11 - 26100 Lodi, Italy; francesca.petrera@crea.gov.it (F.P.); andrea.galli@crea.gov.it (A.G.)

* Correspondence: fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it; Tel.: +39-0371-450105

Received: 20 February 2019; Accepted: 24 April 2019; Published: 28 April 2019



FARMERS USING OR INTERESTED IN AT LEAST ONE SENSOR FOR AUTOMATED ESTRUS DETECTION



CONCLUSIONI

Nelle stalle di bovine da latte della Lombardia, prevalentemente di dimensioni medio-elevate, è difficile riuscire a riconoscere visivamente tutti gli animali in calore o monitorare il benessere, come dimostrato dai dati dei bollettini AIA.

Le tecnologie di Zootecnia di Precisione appena presentate, grazie al monitoraggio automatico e costante, 24/24 ore e 7/7 gg, di numerosi parametri misurati sull'animale, consentono di riconoscere efficientemente le bovine in estro e precocemente le bovine con possibili stati patologici, problemi nutrizionali o gestionali (stress da caldo, sovraffollamento, errori di razione, etc.). In tal modo, l'allevatore può intervenire rapidamente, fecondando le bovine al momento ottimale (conoscendo inizio, intensità, picco, fine del calore e finestra di inseminazione), controllando e sottoponendo a visita veterinaria quelle con problemi di salute o effettuando interventi gestionali che riguardino la mandria (variando la razione del gruppo con il nutrizionista, ad esempio).

Si può, così, ottimizzare l'efficienza *riproduttiva* (aumentando il tasso di inseminazione e di concepimento e raggiungendo un miglioramento genetico della mandria più veloce), *produttiva* ed *economica* (evitando cali di produzione, riducendo i costi per le terapie e i trattamenti a quelli indispensabili e mirati, con una minor percentuale di riforma involontaria delle bovine per patologie e ipofertilità).

Gli allevatori, spesso, prima di iniziare ad utilizzare i dispositivi di zootecnia di precisione mostrano alcuni dubbi sulla loro reale efficienza e, in particolare, sul reale ritorno economico dall'investimento. Nel campo della ricerca sono stati realizzati numerosi studi di validazione e valutazione della sensibilità, specificità e accuratezza di molto dispositivi presenti sul mercato, ma nella realtà di ogni allevamento sappiamo che questi dati possono variare perché influenzati da numerosissimi fattori. Il livello di espressione dell'estro, come abbiamo visto, è influenzato da fattori animali, ambientali e, soprattutto, gestionali.

Con la sensoristica applicata sugli animali per rilevarne il comportamento automaticamente e continuamente si passa, quindi, da una gestione della *mandria* a una gestione del *singolo* individuo; si assiste ad una riduzione delle ore di lavoro in stalla permettendo all'allevatore/imprenditore di

crea
Consorzio Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e l'Innovazione in Agricoltura

Domande

1. Le tecnologie di Zootecnia di Precisione per il rilievo automatico dei calori migliorano l'efficienza riproduttiva della mandria? Quali indici di fertilità migliorano?
2. C'è un reale ritorno economico dall'investimento?
3. È meglio investire in tecnologie, in personale di stalla addestrato, o in altro?

Complicated
Simple

SENTE

SENTE

dedicare più tempo alla gestione e all'analisi dei dati, per poter prendere decisioni consapevoli finalizzate alla propria massima redditività.

Proprio per supportare questo processo di consapevolezza dell'allevatore, il CREA Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura di Lodi e l'Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani di Rivolta d'Adda, hanno progettato e realizzato, con la collaborazione dell'ARAL di Crema, il progetto PSR-Regione Lombardia "NEW4REP".

Come responsabile del progetto e come autrice del presente *testo* sulle principali tecnologie di zootecnia di precisione per migliorare l'efficienza riproduttiva, produttiva e sanitaria degli allevamenti di bovine da latte della Lombardia, senza la presunzione di presentarlo come un *manuale* sull'argomento, spero di aver fornito al lettore qualche informazione, averlo incuriosito e, soprattutto, di avergli fornito *un'anteprima del mondo dei sensori*. Sicuramente avrà notato da una parte la complessità di molti dispositivi in grado di misurare numerosi parametri sull'animale, ma dall'altra la semplicità e facilità di consultazione delle principali informazioni, degli allarmi e dei report generati. Voglio però sottolineare che i software per *lavorare bene* devono essere costantemente aggiornati sui principali eventi riguardanti le bovine (parto, fecondazione, diagnosi di gravidanza, messa in asciutta, cambio di gruppo, vaccinazione, intervento del podologo, terapia etc.), eventualmente anche sulla gestione dei gruppi e sui cambi di razione.

Per il corretto utilizzo dei sensori e la consultazione dei relativi software, che possono essere anche molto complessi, è necessario che le ditte che vendono e installano le tecnologie organizzino corsi per allevatori, tecnici e medici veterinari e offrano personale specializzato per un supporto *tecnico* costante nel tempo al fine di monitorare i risultati ottenuti in azienda.

Non ultimo, si spera che in futuro per meglio utilizzare tutte le informazioni disponibili in azienda, dai dati dei controlli funzionali a quelli ottenuti dai sensori installati in stalla, possa esserci una integrazione tra i vari software in grado di gestire ed elaborare l'enorme quantità di dati disponibili in azienda, al fine di migliorare le prestazioni della mandria.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano, innanzitutto, la **Regione Lombardia** e il **FEASR** per aver concesso il finanziamento del progetto NEW4REP, permettendo la realizzazione dei numerosi eventi informativi e dimostrativi che sono stati alla base della realizzazione della presente guida pratica.

Un riconoscimento speciale, per la gentile collaborazione e per la concessione delle immagini, va agli allevatori che hanno partecipato alla realizzazione degli eventi informativi e dimostrativi organizzati non solo nell'ambito del progetto NEW4REP, ma anche del progetto DIM4ZOO (coordinato dal CREA e in partenariato con l'ARAL).

La mia riconoscenza, per la disponibilità, professionalità, le informazioni e le spiegazioni ricevute, è rivolta poi ai tanti tecnici e specialisti delle ditte che producono e/o commercializzano in Lombardia le tecnologie oggetto della presente guida pratica: *Andrea Franchi, Gabriele Marchesi, Massimiliano Intini, Paolo Grossi, Italo Guarneri, Andrea Mitu, Daniel Zigliani e Vito Florimonte.*

Grazie, poi, alla dott.ssa *Sara Gotti* e al dott. *Nazzareno Soriani* per le immagini e i chiarimenti forniti a distanza durante questo particolare periodo legato alla diffusione del Covid-19.

Francesca Petrerà



Il presente testo è stato realizzato dall'autore Francesca Petrera per gli allevatori, i tecnici e gli studenti degli ITAS della Regione Lombardia nell'ambito del progetto PSR NEW4REP.

Questa guida pratica può essere utilizzata solo per scopi non commerciali e sempre citando l'autore e il progetto per cui è stata prodotta. Sono vietati la riproduzione, distribuzione, pubblicazione, copia, trasmissione, adattamento ecc. dei contenuti della stessa, senza autorizzazione dell'autore.