



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2017 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.2.01 "SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE"

FOCUS AREA 3A DGR N. 227 DEL 27 FEBBRAIO 2017

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5053224

DOMANDA DI PAGAMENTO 5191226

FOCUS AREA: 3A

| | |
|--|---|
| Titolo Piano | Qualità del frumento tenero: strumenti per la valorizzazione e l'incremento |
| Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario) | Molini Industriali spa |
| Elenco partner del Gruppo Operativo | Molini Industriali spa Consulenti: CRPV - Centro Ricerche Produzioni Vegetali CRPV-Centro Ricerche Produzioni Vegetali (CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali) |

| | |
|---|------------|
| Durata originariamente prevista del progetto (in mesi) | 18 |
| Data inizio attività | 01/07/2018 |
| Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse) | 28/02/2020 |

| | | |
|---|------------|------------|
| Relazione relativa al periodo di attività dal | 01/07/2018 | 28/02/2020 |
|---|------------|------------|

| | |
|-------------------------|------------|
| Data rilascio relazione | 30/06/2020 |
|-------------------------|------------|

| | | | |
|------------------------|----------------------|-------|----------------|
| Autore della relazione | Claudio Selmi - CRPV | | |
| telefono | | email | cselmi@crpv.it |

1 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Lo sviluppo del Piano è iniziato il 1 luglio 2018, come da verbale di attivazione del previsto Comitato di Piano e terminato il 28 febbraio 2020. Le attività complessivamente svolte nel corso del progetto sono state le seguenti:

Azione 1: Esercizio della cooperazione

L'azione 1 - Cooperazione è stata realizzata come previsto seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel piano.

Azione 3.1: Messa a punto di metodiche rapide per la caratterizzazione qualitativa del frumento tenero finalizzata allo stoccaggio differenziato

L'azione aveva come obiettivo la messa a punto di analisi rapide (con metodologia NIR) delle caratteristiche qualitative del frumento tenero (che determineranno quella delle successive delle farine) già a partire dalla fase di conferimento, allo scopo di favorire la segregazione e la conservazione del prodotto per caratteristiche omogenee.

Nel caso del frumento, la metodica NIR è ormai consolidata per la predizione di umidità, hardness della granella, contenuto in proteine e amido. Per quanto riguarda la predizione di fondamentali parametri qualitativi come quelli alveografici e farinografici, questa risulta invece ancora insoddisfacente e pertanto bisognosa di messa a punto.

A questo scopo, in collaborazione tra CREA –CI e il laboratorio analisi qualità di Molini Industriali, un congruo numero di campioni di frumento tenero sono stati sottoposti ad analisi alveografica e farinografica e dagli stessi sono stati ricavati gli spettri NIR. Il dataset è stato analizzato mediante tre diversi modelli, valutandone, dopo opportuno training, la capacità predittiva rispetto ai parametri considerati.

Azione 3.2: Verifica dell'adattabilità varietale di cultivar di frumento tenero

Nel campo varietale che si è predisposto sono state seminate 15 varietà di frumento tenero, ponendo particolare attenzione alle nuove accezioni per una loro oculata introduzione nella gamma varietale a disposizione del produttore agricolo, ma anche verificando varietà da tempo affermate, ma sempre gradite per le loro qualità all'industria molitoria. Su tutte sono state eseguite determinazioni morfologiche, produttive e qualitative per avere una completa caratterizzazione delle stesse.

Azione 4: Divulgazione

Ha previsto l'organizzazione di una visita guidata al campo di confronto varietale e di un incontro tecnico sui risultati conclusivi delle attività; per quanto riguarda le pubblicazioni sono stati prodotti 3 articoli e tre audiovisivi sulle tematiche e i risultati del progetto di filiera e del piano di innovazione.

Inoltre CRPV ha dedicato al progetto una pagina web sul proprio sito, raggiungibile anche attraverso l'APP CRPV PEI, sulla quale sono disponibili le pubblicazioni e i video.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

| Azione | Unità aziendale responsabile | Tipologia attività | Mese inizio attività previsto | Mese inizio attività reale | Mese termine attività previsto | Mese termine attività reale |
|---|------------------------------|---|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1: Cooperazione | CRPV e Molini Industriali | Esercizio della cooperazione | 1 | 1 | 18 | 18 |
| 3.1: Messa a punto di metodiche rapide per la caratterizzazione qualitativa del frumento tenero finalizzata allo stoccaggio differenziato | CRPV (CREA – CI) | Azioni dirette alla realizzazione del piano | 1 | 1 | 18 | 18 |
| 3.2: Verifica dell'adattabilità varietale di cultivar di frumento tenero | CRPV | Azioni dirette alla realizzazione del piano | 1 | 1 | 18 | 18 |
| 4: Divulgazione | CRPV | Azioni dirette alla realizzazione del piano | 4 | 6 | 18 | 18 |

2 Descrizione per singola azione

AZIONE 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

2.1 Attività e risultati

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV e Molini Industriali

Descrizione attività

CRPV, in veste di leader del coordinamento del Piano di innovazione con il supporto di Molini Industriali, ha pianificato e messo in atto tutte le iniziative necessarie a realizzare l'attività progettuale e conseguire i risultati previsti dal Piano.

All'inizio del progetto è stato costituito un Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento dello stesso, composto dal Responsabile del Progetto (RP – CRPV), dal Responsabile Scientifico (RS – CREA-CI) e da un Rappresentante del Beneficiario (RB). Il RP si è occupato di coordinare le attività complessive e le azioni di divulgazione in stretto accordo col beneficiario. Per tutta la durata del Piano, il RP e il RB hanno svolto una serie di attività funzionali a garantire la corretta applicazione di quanto contenuto nel Piano stesso e, in particolare: il monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori; la valutazione dei risultati in corso d'opera; l'analisi degli scostamenti, comparando i risultati intermedi raggiunti con quelli attesi; la definizione delle azioni correttive, se necessarie.

In generale, il RB e il RP si sono occupati di coordinare nel complesso tutte le attività, animando il GO, seguendone il percorso e verificandone la coerenza e buon sviluppo (attraverso contatti telefonici, WhatsApp, ed e-mail, incontri e sopralluoghi in campo).

Durante il costante monitoraggio dei lavori ed i risultati via via raggiunti, in caso di scostamenti, sono state valutate le necessarie azioni correttive, che peraltro, nel corso del progetto, non si sono rese necessarie.

In particolare, sono di seguito descritte in sintesi le diverse attività svolte dal Comitato di Piano nel periodo Luglio 2018 – Gennaio 2020.

In data 31/08/2018 si è provveduto all'attivazione formale del Piano, alla costituzione del Comitato di Piano e alla prima programmazione delle attività, in particolare per quanto riguarda l'allestimento del campo varietale e la raccolta degli spettri delle analisi qualitative da parte del Laboratorio di Molini Industriali.

Il 13/06/2019 il RP e RS, presso la sede di CREA – CI, hanno esaminato l'andamento delle attività del progetto, soprattutto per quanto riguarda la interazione per la fornitura di campioni tra i Laboratori di Molini Industriali e CREA. Sono state inoltre programmate le attività per arrivare alla data prevista di chiusura del progetto.

Il 26/06/2019 il RP ha visitato il campo di confronto varietale, valutandone lo stato di attuazione rispetto alle indicazioni proposte nel progetto.

Al termine del progetto, il RP, il RS e il RB hanno completato l'analisi dei risultati ottenuti, in occasione dell'incontro tecnico conclusivo tenutosi il 13/02/20 e per la predisposizione della relazione tecnica, oltre alle altre documentazioni necessarie per la rendicontazione amministrativo-economica.

Autocontrollo e Qualità

Il Beneficiario si è avvalso delle Procedure e delle Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità dal CRPV, che ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia al progetto, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il progetto;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il progetto;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi.

La definizione delle procedure, attraverso le quali il Responsabile di Progetto ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa del CRPV. In particolare sono state espletate le attività di seguito riassunte.

Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento dell'intero progetto si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile del Beneficiario, il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

Attività di controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti.

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto;
- Visita al campo sperimentale di frumento tenero.

Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto tali da inficiare il raggiungimento degli obiettivi del Piano.

Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità del CRPV.

Il Sistema Qualità CRPV, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, è monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi del piano sono stati raggiunti durante questo periodo di rendicontazione e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.2 Personale

| Cognome e nome | Mansione/ | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|----------------|-----------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| | quadro | Coordinamento cooperazione | 32 | € 2.588,03 |
| | impiegato | Amministrazione | 16 | € 999,38 |
| | | | Totale: | € 3.587,41 |

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|---|-----------|-------------------|--|---------------------------|
| CRPV | | 67.250,00 | Cooperazione | € 7.800,00 |
| | | | | Totale: € 7.800,00 |

AZIONE 3.1: Messa a punto di metodiche rapide per la caratterizzazione qualitativa del frumento tenero finalizzata allo stoccaggio differenziato

2.1 Attività e risultati

Unità aziendale responsabile (Uar): CREA - CI

Partecipano alle attività: **Molini Industriali e CRPV**

Descrizione attività

1. Molini Industriali ha acquisito i dati spettrali derivanti dalla lettura al NIR Inframatic 9500 Grain Analyzer (Perten) di 100 campioni di frumento tenero (identificati con sigla N1-N100).
2. Gli stessi campioni sono stati processati dal laboratorio di Molini Industriali mediante analisi alveografica e farinografica, registrando i valori dei parametri W (forza) e P/L (rapporto tra tenacità ed estensibilità) per l'analisi alveografica e dei parametri assorbimento idrico al 14%, tempo di sviluppo e caduta per l'analisi farinografica.
3. Aliquote di circa 500 g di granella dei campioni N1-N100 sono state spedite al CREA - CI di Vercelli che li ha macinati mediante Cyclotec, equipaggiato con griglia da 1 mm e sottoposti ad analisi NIR mediante strumento NirSystem 6500 (Foss).
4. Il CREA-CI ha reperito 99 campioni di frumento tenero derivanti dalla campagna agraria 2017-18, identificandoli con la sigla P1-P99.
5. I campioni P1-P99 sono stati sottoposti a lettura NIR mediante strumento NirSystem 6500 (Foss).
6. Gli stessi campioni P1-P99 sono stati sottoposti ad analisi alveografica, registrando i parametri G (indice di rigonfiamento), P (tenacità), L (estensibilità), P/L, W (forza), e ad analisi farinografica, con la determinazione di assorbimento idrico, tempo di impasto, stabilità e caduta. Sui medesimi campioni è stato effettuato il test di sedimentazione in SDS, ulteriore parametro qualitativo.
7. Aliquote di circa 500 grammi di granella dei campioni P1-P99 sono state inviate al laboratorio di Molini Industriali.
8. Molini Industriali ha ricavato dai campioni P1-P99 gli spettri NIR mediante la strumentazione Inframatic 9500 Grain Analyzer (Perten) e ha inviato gli spettri al CREA.
9. I dati spettrali e qualitativi ottenuti dai campioni oggetto di studio (N1-N100 e P1-P99) sono stati utilizzati per la creazione di un dataset su cui effettuare l'elaborazione statistica. All'atto dell'elaborazione statistica, valutando la distribuzione dei dati, si è convenuto di aumentarne la numerosità. Pertanto il CREA ha messo a disposizione spettri NIR e corrispondenti analisi qualitative (volume di sedimentazione, test alveografico, test farinografico) di ulteriori 237 campioni. Il dataset definitivo comprende quindi spettri NIR e valori qualitativi di 334 campioni. Dal confronto dei dati spettrali tra i due strumenti (Perten e Foss), si è deciso di effettuare l'analisi sui dati Foss, poiché il range spettrale dello strumento è più ampio (400-2498 nm vs 570-1100 nm) e consente di valutare una più ampia variabilità. L'analisi statistica è stata effettuata su 334 campioni.

Con una prima analisi, si è valutato il grado di variabilità di tutti i parametri qualitativi disponibili (non solo alveografo e farinografo). Nella figura 1 è riportata la distribuzione dei valori dei vari parametri qualitativi nei campioni.

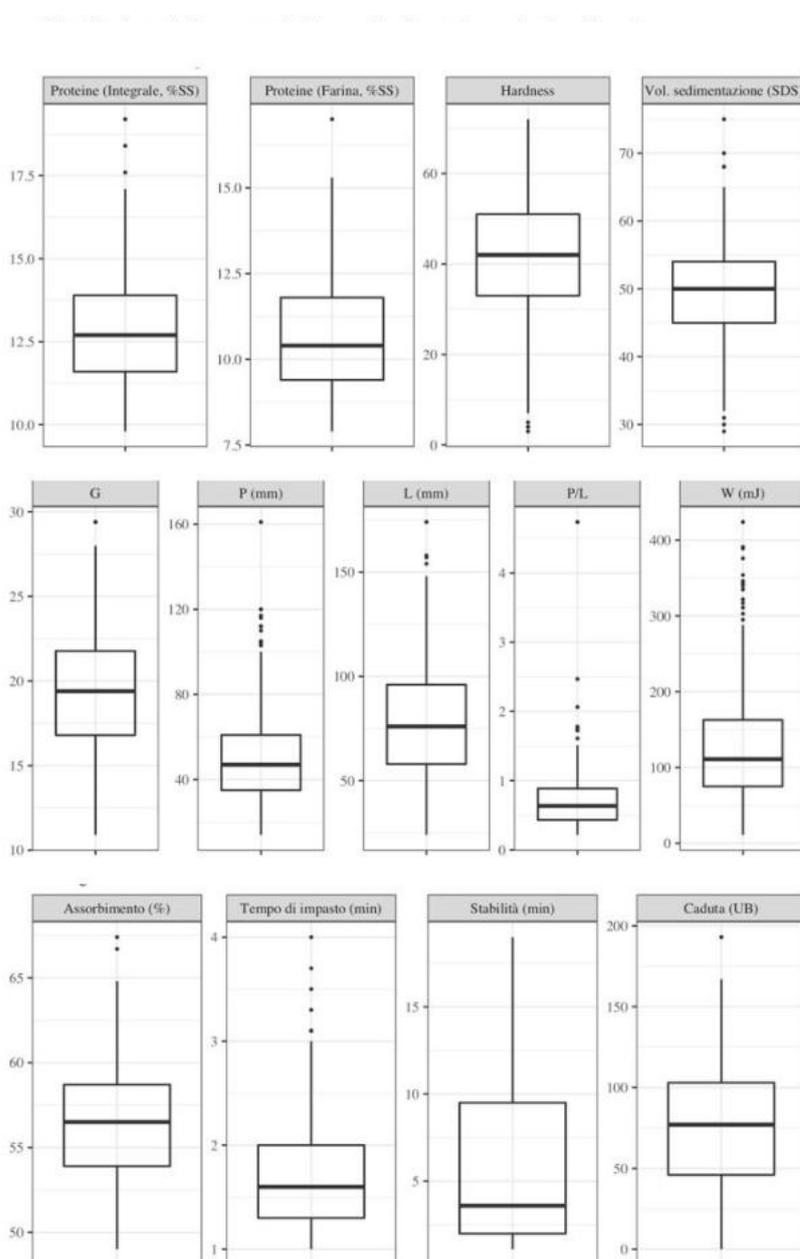


Fig. 1. Distribuzione delle caratteristiche qualitative nei 334 campioni

I dati qualitativi sono stati sottoposti ad analisi esplorativa multivariata mediante Principal Component Analysis (PCA). In figura 2 è possibile osservare il biplot delle osservazioni e delle variabili. Le prime due componenti principali hanno rappresentato complessivamente il 53.9% della varianza totale e si può osservare una omogenea distribuzione dei campioni all'interno dello spazio delle componenti principali. La maggior parte delle variabili considerate è risultata essere positivamente correlata con la Componente Principale 1 (PC1),

| | n. campioni | Media W | Media P/L | Media stabilità. | Media caduta |
|---|-------------|---------|-----------|------------------|--------------|
| 1 | 84 | 59 | 0.61 | 2.8 | 106 |
| 2 | 105 | 120 | 0.58 | 4.9 | 82 |
| 3 | 80 | 109 | 0.93 | 6.3 | 67 |
| 4 | 65 | 231 | 0.7 | 13.2 | 36 |

Fig. 3. Risultato dell'analisi "cluster" e media di alcuni parametri alveografici e farinografici nei quattro gruppi di campioni identificati

Come prima ricordato, per la calibrazione dei modelli predittivi, si è deciso di usare i dati spettrali derivanti dallo strumento Foss, che coprono un range spettrale molto più esteso (da 400 a 2498 nm) rispetto allo strumento Perten (570-1100 nm). Nella figura 4 viene mostrato un esempio di quattro spettri ottenuti da quattro campioni casuali con lo strumento NIR Foss.

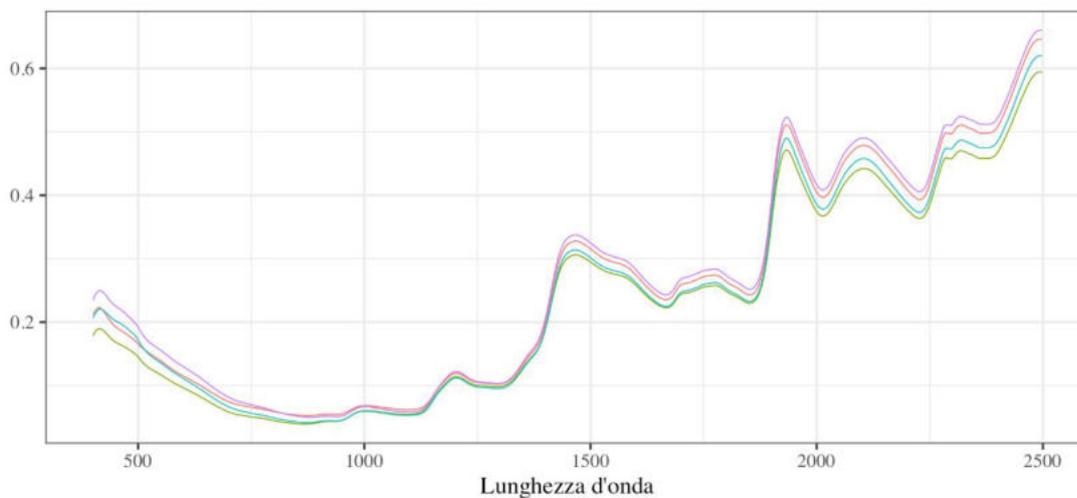


Fig. 4. Esempio di curve spettrali ottenute da quattro campioni di frumento con lo strumento Foss

Il dataset dei dati spettrali è stato anch'esso sottoposto a PCA per la riduzione dimensionale e al fine di valutare se vi fossero correlazioni tra gli spettri e le variabili qualitative. A titolo di esempio, nella figura 5 è mostrato il biplot della PCA con le osservazioni *color-coded* per raggruppamenti di valori di W. È possibile vedere che all'interno dello spazio delle componenti principali le osservazioni sono disposte con un gradiente del parametro W che va da coordinate negative a positive sulla PC1.

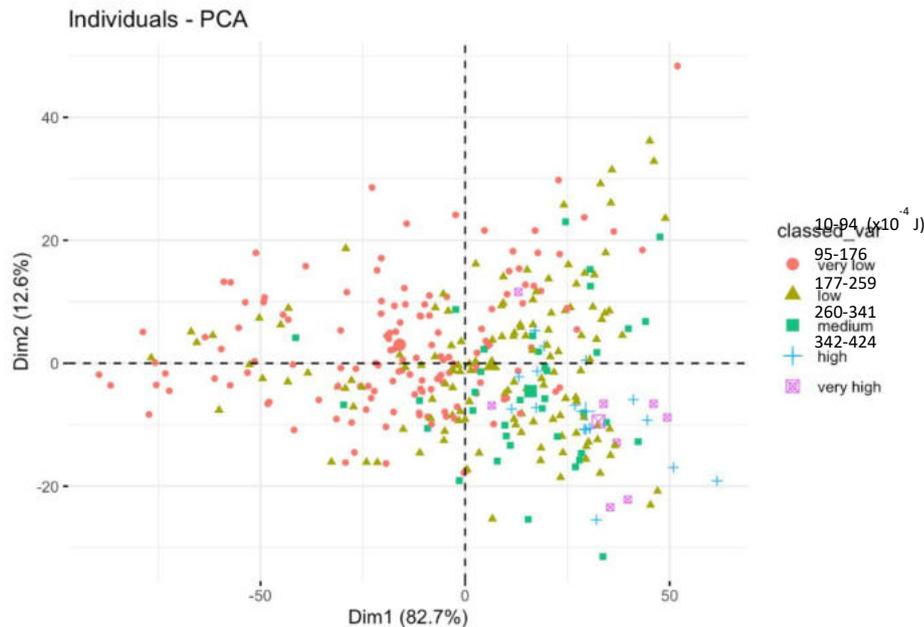


Fig. 5. PCA biplot del parametro W

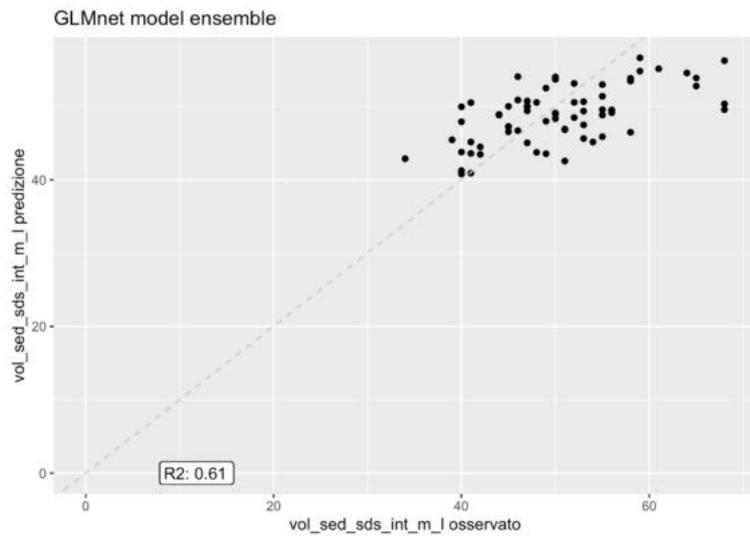
La calibrazione dei modelli ha richiesto dapprima un “pre-processing” dei dati spettrali, consistente essenzialmente nella determinazione della media delle due osservazioni per ciascun campione al fine di rimuovere parte del “rumore” nei dati.

In seguito, il dataset è stato suddiviso in set di *training*, comprendente l’80% dei dati e set di validazione, costituito dal restante 20% dei dati. La divisione è stata effettuata utilizzando l’algoritmo Kennard-Stone, che consiste nella selezione di un campione uniforme entro lo spazio dei predittori (spettri). Per il training è stato utilizzato un ensemble di modelli (Lineare, Generalized Linear Model, Partial Least Squares, Support Vector Machine con kernel lineare, Random Forest, eXtreme Gradient Boosting) mediante tecnica k-fold Cross Validation con $k = 10$ e utilizzando come funzione obiettivo il Root Mean Square Error (RMSE). I modelli calibrati sono stati verificati sul dataset di validazione e sono state calcolate le metriche di performance. Per ogni parametro qualitativo analizzato, si è poi selezionato il modello più in grado di predire il dataset di validazione con il minor errore possibile. Il passaggio successivo è stato l’ensembling dei modelli calibrati, eliminando quelli tra loro maggiormente correlati, mediante semplice combinazione lineare e mediante Generalized Linear Model. Anche i due ensemble sono stati verificati sul dataset di validazione e la performance confrontata con i modelli singoli. Per ogni parametro il modello con migliore performance in termini di errore è stato selezionato.

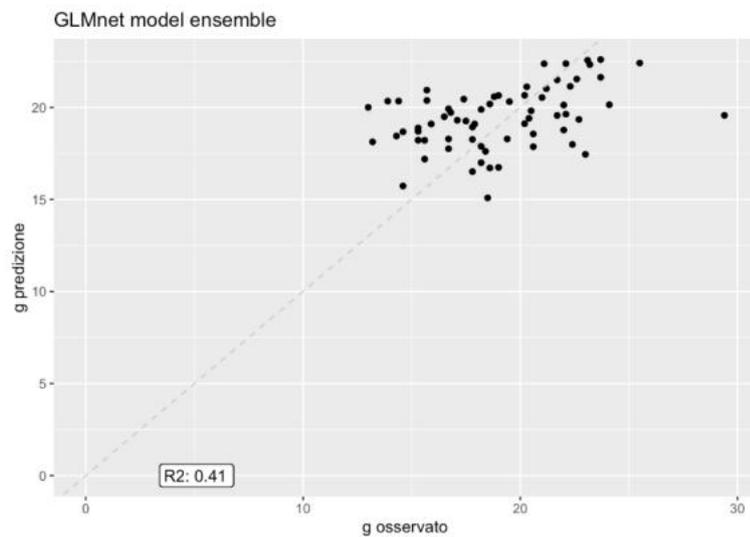
Risultati

Di seguito i risultati ottenuti con i modelli migliori per vari parametri qualitativi; il valore del coefficiente di determinazione (R^2), ovvero la proporzione tra la variabilità dei dati e la correttezza del modello statistico utilizzato, è riportato nel grafico.

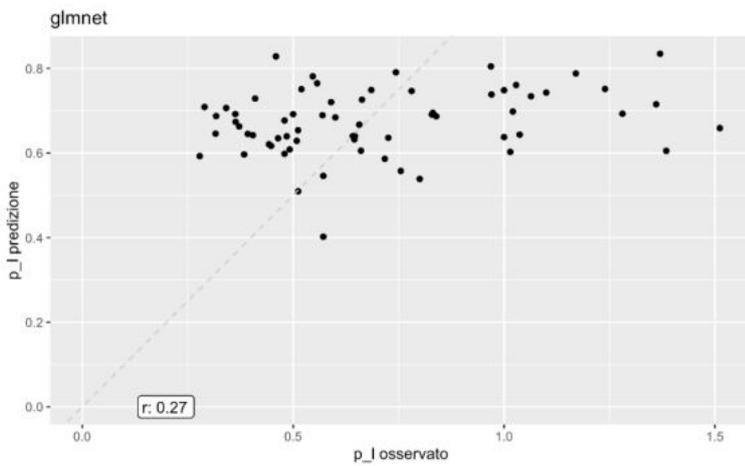
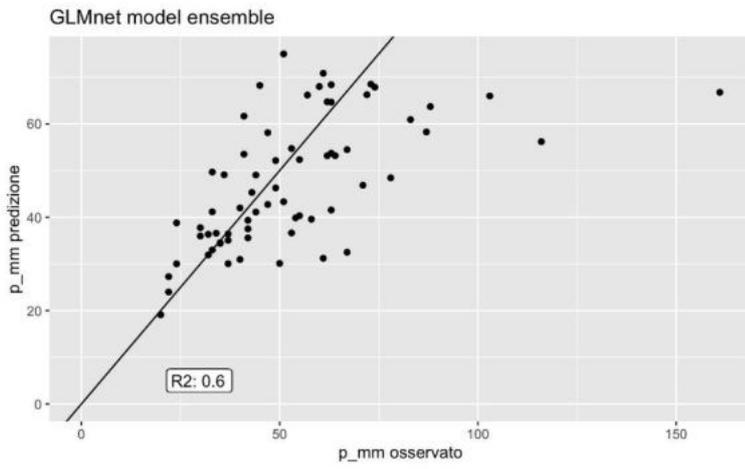
Volume di sedimentazione in SDS



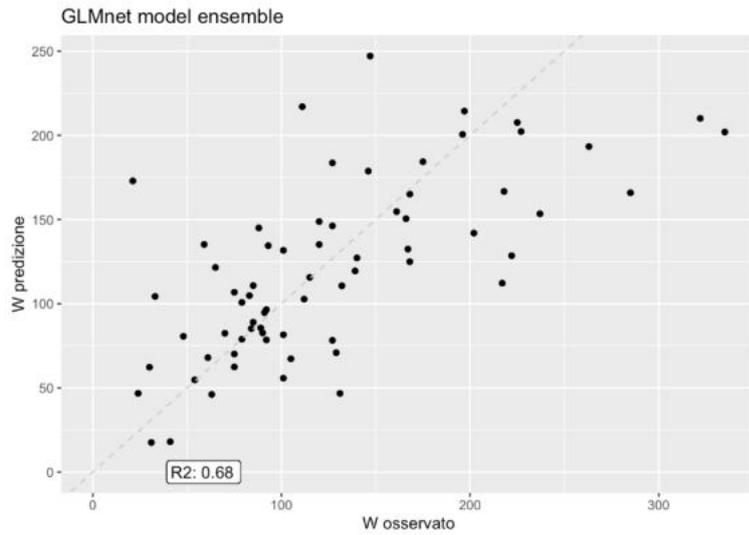
Alveografo - G (indice di rigonfiamento)



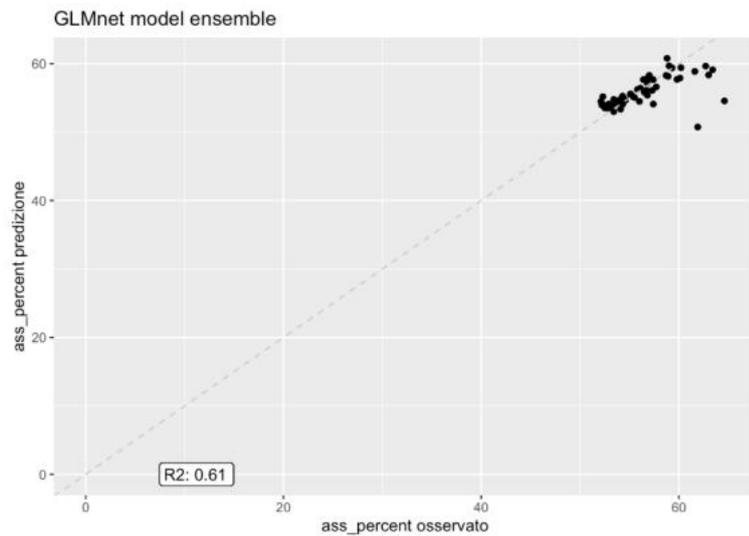
Alveografo - P (tenacità)



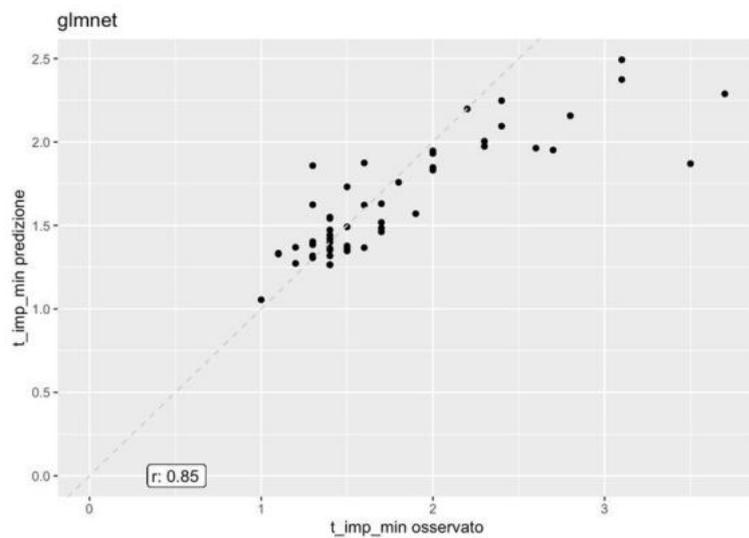
Alveografo – P/L
(tenacità/estensibilità)



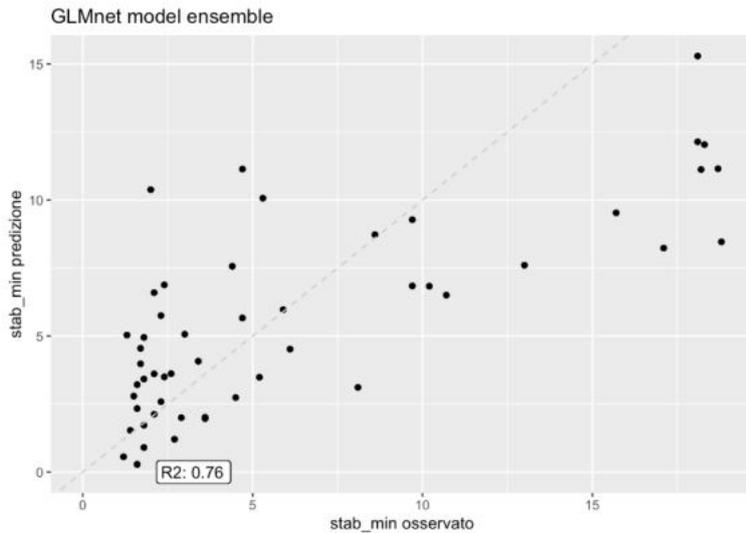
Alveografo - W (forza)



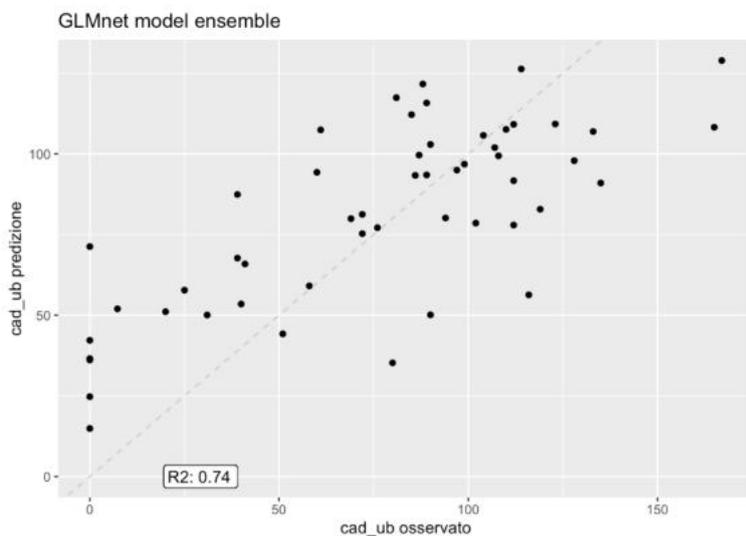
Farinografo – assorbimento idrico



Farinografo – tempo di impasto



Farinografo – stabilità



Farinografo – caduta

Ad eccezione del parametro alveografico P/L, le correlazioni tra valori osservati e predetti dai modelli sono risultate molto buone, generalmente superiori al 60%.

Conclusioni

Nel dettaglio, è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- per il volume di sedimentazione in SDS il modello migliore è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 61%;
- per il G alveografico, il modello migliore è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 41%
- per il P alveografico, il modello migliore è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 60%;
- per il P/L alveografico, il modello migliore è risultato il GLMnet, con correlazione del 27%
- per il W alveografico è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 68%;
- per l'assorbimento idrico al farinografo il modello migliore è risultato il GLMnet, con correlazione del 61%;

- per il tempo di impasto al farinografo il modello migliore è risultato il GLMnet, con correlazione del 85%;
- per la stabilità farinografica, il modello migliore è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 76%;
- per la caduta farinografica, il modello migliore è risultato il GLMnet ensemble, con correlazione del 74%.

In tutti i casi, l'errore aumenta per valori estremi del parametro in esame. Ciò è in gran parte dovuto alla distribuzione dei dati, concentrata a valori di qualità medi e medio-bassi, come si può osservare dalla figura 1. Per fare un esempio, considerando il parametro forza (W alveografico), i campioni con $W > 280$ risultano solo 10. Si intende pertanto procedere con un arricchimento, dalla serie storica dei dati CREA, del dataset con campioni di W superiore a 280. Tali campioni avranno presumibilmente anche volume di sedimentazione più alto, stabilità più elevata, tempo di impasto più elevato.

In occasione dell'incontro tecnico di chiusura del progetto, Molini Industriali e CREA, giudicando molto significativi i risultati raggiunti e già potenzialmente applicabili, hanno convenuto di continuare con l'attività di elaborazione statistica, secondo la proposta CREA di:

- Aumentare la numerosità dei campioni, come descritto precedentemente.
- Applicare algoritmi di pre-processing, quali es. Savitzky-Golay, per il miglioramento dei dati in ingresso.
- Perfezionare i modelli selezionati attraverso la regolazione dei parametri.
- Applicare l'analisi mediante Reti Neurali sul dataset dimensionalmente ridotto.

Ciò consentirà un ulteriore irrobustimento del sistema predittivo, cui seguirà una ingegnerizzazione pienamente operativa dei modelli sulla strumentazione in dotazione a Molini Industriali.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti durante questo periodo di rendicontazione e non sono state rilevate criticità nella fase di realizzazione di questa azione.

2.2 Personale

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|-----------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------|--------------|
| | quadro | Responsabile laboratorio | 404 | 15.815,87 |
| | impiegato | Analisi | 401 | 9.351,08 |
| | impiegato | Supporto valutazione analisi | 87 | 7.036,20 |
| | impiegato | Valutazione analisi | 60 | 3.747,68 |
| | impiegato | Analisi | 91 | 2.363,65 |

Totale: € 38.314,48

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|--|------------------|--------------------------|---|--------------------|
| CRPV (CREA-CI) | | 67.250,00 | Referente per l'azione | € 45.540,00 |
| CRPV | | 67.250,00 | Partecipa all'attività | € 2.080,00 |
| Totale: | | | | € 47.620,00 |

Azione 3.2: Verifica dell'adattabilità varietale di cultivar di frumento tenero

2.1 Attività e risultati

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV

Partecipano alle attività: **Molini Industriali**

Descrizione attività

Come da programma, nell'autunno del 2018 è stata predisposta la prova di confronto varietale di frumento tenero presso l'azienda V. Sono state seminate, in parcelloni di circa 3.500 mq, allo scopo di riprodurre condizioni di coltivazione analoghe a quelle aziendali, 15 varietà delle diverse classi qualitative (Indice ISQ): 8 varietà di classe panificabile (FP), 3 varietà di classe panificabile superiore (FPS), 3 varietà di forza (FF) e 1 varietà definita per altri usi (FAU); sono state inserite sia accezioni "storiche", quali il Mieti, le cui caratteristiche tecnologiche continuano a essere apprezzate dall'industria molitoria, sia più recenti quali Giorgione, Laurenzio, ecc.

I rilievi vegetativi sono riportati in **Tabella 1**. Alla data di rilievo dei primi giorni di novembre, tutte le varietà risultavano regolarmente emerse, mentre per quanto riguarda la fittezza, tutte le varietà, ad eccezione di Mieti, leggermente più rado, evidenziavano una ottimale densità di investimento.

Per quello che riguarda l'epoca di spigatura, si è passati dai 32-33 giorni (dal 1 aprile) di Cipres e Bandera, ai 40-41 di Altamira, Antille e Solario, con una media di 36 giorni. La taglia delle piante è risultata media, medio-alta, con alcune eccezioni verso l'alto. Non si sono evidenziati danni da freddo, né, in fase di maturazione, fenomeni di allettamento. Per quanto riguarda le malattie fungine, oidio e ruggine gialla non sono stati rilevati, mentre sono stati riscontrati danni generalizzati, seppure di lieve entità, di ruggine bruna, septoriosi e fusariosi della spiga.

Tabella 1: Rilievi vegetativi

| Varietà | Emergenza (data media) | Fittezza (0-9) | Danni da freddo (0-9) | Oidio (0-9) | Ruggine gialla (0-9) | Ruggine bruna (0-9) | Septoriosi (0-9) | Fusariosi spiga (0-9) | Spigatura (gg. 1/4) | Allettamento (0-9) | Altezza (cm) |
|------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| ALTAMIRA | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 40 | 0 | 89 |
| MIETI | 06/11/2018 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 36 | 0 | 78 |
| ANTILLE | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 41 | 0 | 88 |
| MARCO POLO | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 38 | 0 | 88 |
| GIORGIONE | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 35 | 0 | 83 |
| ALTAVISTA | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 34 | 0 | 90 |
| BERNINI | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 36 | 0 | 82 |
| BANDERA | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 32 | 0 | 78 |
| BOLOGNA | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 34 | 0 | 81 |
| SOLLARIO | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 41 | 0 | 85 |
| PALESIO | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 36 | 0 | 81 |
| AIACE | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 36 | 0 | 82 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| LAURENZIO | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 37 | 0 | 89 |
| CIPRES | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 33 | 0 | 83 |
| AQUILANTE | 06/11/2018 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 36 | 0 | 85 |
| MEDIA | - | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 36 | 0 | 84 |

I rilievi produttivi sono riportati in **Tabella 2**. In linea con i valori attesi risulta il peso dei 1.000 semi e sono soddisfacenti, rispetto alle medie riscontrate nelle prove nazionali, sia le rese produttive che il peso ettolitrico, con valori medi rispettivamente di 6,9 t/ha e di 79,7 kg/hL. Altamira è risultata la varietà più produttiva, buona la performance di Mieti. Come atteso, i frumenti panificabili sono risultati i più produttivi, ma anche Giorgione e Cipres (FPS) hanno superato le 7 t/ha. Ottima anche la performance di Laurenzio (FF).

| Tabella 2: rilievi produttivi | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Peso 1000 semi | Resa 13% u.r. t/ha | Peso ettolitrico kg/hL | Umidità granella % |
| ALTAMIRA | 42 | 8,12 | 80,5 | 12,5 |
| MIETI | 37 | 7,28 | 78,0 | 10,8 |
| ANTILLE | 41 | 7,22 | 74,8 | 12,2 |
| MARCO POLO | 40 | 7,14 | 73,6 | 10,9 |
| GIORGIONE | 37 | 7,06 | 82,4 | 11,9 |
| ALTAVISTA | 36 | 6,94 | 79,1 | 10,8 |
| BERNINI | 35 | 6,86 | 80,4 | 11,4 |
| BANDERA | 41 | 6,44 | 78,9 | 11 |
| BOLOGNA | 35 | 6,44 | 79,5 | 11,5 |
| SOLLARIO | 39 | 5,94 | 77,3 | 11,2 |
| PALESIO | 42 | 5,88 | 81,8 | 11,1 |
| AIACE | 36 | 6,72 | 83,8 | 10,8 |
| LAURENZIO | 38 | 7,17 | 80,3 | 11,2 |
| CIPRES | 45 | 7,34 | 80,5 | 11,1 |
| AQUILANTE | 39 | 6,97 | 84,8 | 10,8 |
| MEDIA | 39 | 6,90 | 79,7 | 11,3 |

Le determinazioni tecnologiche sono riportate in **Tabella 3**. Il contenuto proteico è risultato mediamente elevato e superiore a quello riscontrato nelle prove nazionali, influenzato dalle buone condizioni pedologiche e agronomiche del sito di coltivazione. Il valore percentuale medio del campo è stato di 14,4. I frumenti di forza, come atteso, hanno tutti evidenziato i valori più elevati, superando i 15 punti percentuali, seguiti dai panificabili superiori. Ottima la performance di Mieti. I valori di W e P/L sono risultati nella media piuttosto bassi, con valori di forza delle farine superiori per Aiace (la migliore in assoluto), Bologna, Giorgione. Ancora Aiace con Giorgione e Mieti hanno registrato un eccellente tempo di stabilità dell'impasto.

Tabella 3: analisi tecnologiche

| Varietà | ISQ | Proteine % | W | P/L | Hardness | Assorbim. (%) | Assorbim. .14% | Tempo sviluppo (min) | Stabilità (min) |
|--------------|-----|-------------|------------|------------|-----------|---------------|----------------|----------------------|-----------------|
| ALTAMIRA | FP | 13,6 | 83 | 0,67 | 38 | 52,4 | 52,9 | 1,7 | 7,8 |
| MIETI | FP | 16,5 | 140 | 0,39 | 68 | 53 | 54,8 | 5 | 13,4 |
| ANTILLE | FP | 14,2 | 129 | 0,61 | 31 | 54,7 | 54,2 | 1,8 | 4,8 |
| MARCO POLO | FP | 14,6 | 133 | 0,79 | 61 | 51 | 52,6 | 1,4 | 6,4 |
| GIORGIONE | FPS | 14,3 | 219 | 0,39 | 41 | 52,8 | 54,1 | 1,7 | 19,2 |
| ALTAVISTA | FP | 13,7 | 129 | 0,45 | 67 | 52,4 | 52,9 | 1,7 | 7,8 |
| BERNINI | FP | 14,7 | 72 | 0,57 | 42 | 57 | 58,1 | 2,7 | 4 |
| BANDERA | FP | 13,4 | 86 | 0,58 | 50 | 55,5 | 56,2 | 1,7 | 10 |
| BOLOGNA | FF | 15,6 | 222 | 0,36 | 49 | 55,7 | 56,8 | 5,3 | 9,3 |
| SOLLARIO | FAU | 13,6 | 96 | 0,63 | 54 | 50,4 | 52,5 | 1,7 | 5,9 |
| PALESIO | FP | 13,3 | 59 | 0,59 | 38 | 54,1 | 55 | 2,1 | 6,5 |
| AIACE | FF | 15,2 | 358 | 0,69 | 71 | 55,1 | 56,6 | 2,1 | 28,7 |
| LAURENZIO | FF | 15,4 | 204 | 0,44 | 61 | 54,9 | 56,5 | 5,4 | 9,5 |
| CIPRES | FPS | 14,2 | 212 | 0,91 | 78 | 55,3 | 56,6 | 1,7 | 11,3 |
| AQUILANTE | FPS | 13,8 | 129 | 0,31 | 64 | 51,1 | 52,3 | 1,8 | 6 |
| MEDIA | - | 14,4 | 151 | 0,6 | 54 | 53,7 | 54,8 | 2,5 | 10,0 |

I risultati di questa prova hanno confermato come le varietà più produttive restano quelle ascrivibili ai frumenti panificabili, ma che le nuove varietà possono evidenziare elevati livelli anche per classi come quelle di forza, contribuendo a soddisfare l'esigenza di farine di alto valore qualitativo.

I livelli proteici risultano elevati, ma una favorevole caratteristica varietale deve essere valorizzata da una adeguata tecnica di coltivazione (in particolare giusta concimazione e difesa dalle malattie), eventualmente supportata dalle buone caratteristiche agronomiche del suolo. Questo a dimostrare la particolare vocazione territoriale alla coltivazione del frumento di alcuni comprensori cerealicoli, come quelli di approvvigionamento di Molini Industriali. Si riconfermano le buone qualità produttive e tecnologiche di varietà storiche come Mieti. Dal punto di vista fitopatologico, non si sono rilevati attacchi di oidio e ruggine gialla, mentre si sono evidenziati, seppure non particolarmente rilevanti, attacchi di septoriosi e di ruggine bruna. Alle infezioni di fusariosi della spiga, complice l'andamento climatico riscontrato prima della raccolta, non sono seguite significative contaminazioni da micotossine sulla granella.

2.2 Personale

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|----------------|------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| | quadro | Supporto valutazione prove | 24 | € 1.941,02 |
| | impiegato | Valutazione prove | 13 | € 812,00 |
| | impiegato | Responsabile laboratorio | 16 | € 626,37 |
| | impiegato | Supporto valutazione prove | 16 | € 373,11 |
| | | | Totale: | € 3.752,50 |

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|---|-----------|-------------------|--|-------------------|
| CRPV | | 67.250,00 | Referente dell'azione | € 7.800,00 |
| | | | Totale: | € 7.800,00 |

AZIONE 4 – Divulgazione

2.1 Attività e risultati

Unità aziendali responsabili (Uar): CRPV

Partecipano alle attività: Molini Industriali, CREA - CI

Descrizione attività

Il personale CRPV, in collaborazione con quello di Molini Industriali e CREA-CI, ha organizzato e gestito le iniziative e azioni di diffusione che sono descritte di seguito.

Pubblicazioni

Sono stati prodotti 3 articoli tecnici riguardanti:

1. "Innovazione di processo nella filiera cerealicola: il progetto QUOTE" in corso di pubblicazione su Agrinotizie: <http://www.agrinotizie.com>
2. "Molini Industriali: un confronto varietale per la valorizzazione e l'incremento del frumento tenero" pubblicato sulla webzine AgriCulture: <http://www.fidaf.it/index.php/56170/>
3. "Il progetto di filiera di Molini Industriali" in corso di pubblicazione su Molini d'Italia

Visita guidata

11/06/2019 – Visita al campo di confronto varietale frumento tenero presso l'azienda agricola V

Incontro tecnico

13/09/2019 – Il Progetto Qualità del frumento tenero (QUOTE): risultati e prospettive

Audiovisivi

Sono stati prodotti 3 audiovisivi di circa 5 minuti l'uno con la descrizione delle attività e dei risultati dell'azione di messa a punto di metodi rapidi per la valutazione qualitativa della granella, delle finalità del progetto di Filiera e delle politiche del Molino nei confronti dei produttori agricoli. Si tratta di materiale originale che troverà diffusione tramite la pagina web dedicata al progetto e sul canale Youtube di CRPV ai seguenti link:

https://www.youtube.com/watch?v=Jx6O_NmqfA

<https://www.youtube.com/watch?v=vm9bjnlhwno>

<https://www.youtube.com/watch?v=IBe9pNILX8M>

Tutta la documentazione relativa alle locandine prodotte e diffuse e i fogli firma registrati in occasione delle diverse iniziative sopra riportate, nonché copia degli articoli sono disponibili presso il CRPV.

Il CRPV ha messo a disposizione del Gruppo Operativo il proprio Portale Internet, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale CRPV è stata individuata una pagina dedicata al Piano (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/53>), composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del progetto. Inoltre attraverso un contatto continuo con il Responsabile di Progetto, un referente CRPV ha proceduto all'aggiornamento della pagina con il materiale divulgativo ottenuto nell'ambito del Piano. Tale materiale divulgativo è visionabile anche attraverso l'app android CRPV PEI regolarmente scaricabile dal Play Store.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi del piano sono stati raggiunti durante questo periodo di rendicontazione e non sono state rilevate criticità nella fase di divulgazione delle attività del GO.

2.2 Personale

| Cognome e nome | Mansione/ | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|------------|-------------------|
| | quadro | divulgazione | 45 | € 3.639,41 |
| | impiegato | supporto divulgazione | 0 | € 0,00 |
| | | Totale: | | € 3.639,41 |

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|---|-----------|-------------------|--|-------------------|
| CRPV | | 67.250,00 | Divulgazione | € 4.030,00 |
| Totale: | | | | € 4.030,00 |

3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

| | |
|--|---|
| Criticità tecnico-scientifiche | Non si rilevano criticità tecnico-scientifiche nello svolgimento del Piano. |
| Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle | Non si segnalano criticità nella gestione del piano. |
| Criticità finanziarie | Non si segnalano criticità finanziarie. |

4 Altre informazioni

Nessuna altra informazione viene integrata.

5 Considerazioni finali

Le attività previste nel Piano sono state condotte regolarmente e non si segnalano significativi scostamenti da quanto previsto.

6 - Relazione tecnica

Azione 3.1: Messa a punto di metodiche rapide per la caratterizzazione qualitativa del frumento tenero finalizzata allo stoccaggio differenziato

L'azione aveva come obiettivo la messa a punto di analisi rapide (con metodologia NIR) delle caratteristiche qualitative del frumento tenero, per quanto riguarda i parametri alveografici e farinografici, la cui rilevazione risulta invece ancora insoddisfacente e pertanto bisognosa di messa a punto.

A questo scopo, in collaborazione tra CREA–CI e il laboratorio analisi qualità di Molini Industriali, un congruo numero di campioni di frumento tenero sono stati sottoposti ad analisi alveografica e farinografica e dagli stessi sono stati ricavati gli spettri NIR. Il dataset è stato analizzato mediante tre diversi modelli, valutandone, dopo opportuno training, la capacità predittiva rispetto ai parametri considerati.

Il modello GLMnet ensemble è risultato il più affidabile per i diversi parametri rilevati (volume di sedimentazione, G, P, P/L, W, assorbimento, tempo di impasto, stabilità e caduta) con correlazioni che vanno dal 60 all'85%, dunque buone e significative a eccezione del P/L alveografico che necessita di una ulteriore indagine.

Azione 3.2: Verifica dell'adattabilità varietale di cultivar di frumento tenero

Nel campo varietale che si è predisposto sono state seminate 15 varietà di frumento tenero, ponendo particolare attenzione alle nuove accezioni per una loro oculata introduzione nella gamma varietale a disposizione del produttore agricolo, ma anche verificando varietà da tempo affermate, ma sempre gradite per le loro qualità all'industria molitoria. Su tutte sono state eseguite determinazioni morfologiche, produttive e qualitative.

I risultati di questa prova hanno confermato come le varietà più produttive restano quelle ascrivibili ai frumenti panificabili, ma che le nuove varietà possono evidenziare elevati livelli anche per classi come quelle di forza, contribuendo a soddisfare l'esigenza di farine di alto valore qualitativo.

I livelli proteici risultano elevati, ma una favorevole caratteristica varietale deve essere valorizzata da una adeguata tecnica di coltivazione (in particolare giusta concimazione e difesa dalle malattie), eventualmente supportata dalle buone caratteristiche agronomiche del suolo. Si riconfermano le buone qualità produttive e tecnologiche di varietà storiche come Mieti. Dal punto di vista fitopatologico, non si sono rilevati attacchi di oidio e ruggine gialla, mentre si sono evidenziati, seppure non particolarmente rilevanti, attacchi di septoriosi e di ruggine bruna. Alle infezioni di fusariosi della spiga, complice l'andamento climatico riscontrato prima della raccolta, non sono seguite significative contaminazioni da micotossine sulla granella.

Azione 4: Divulgazione

Ha previsto l'organizzazione di una visita guidata al campo di confronto varietale e di un incontro tecnico sui risultati conclusivi delle attività; per quanto riguarda le pubblicazioni sono stati prodotti 3 articoli e tre audiovisivi sulle tematiche e i risultati del progetto di filiera e del piano di innovazione.

Data 30/06/2020 IL LEGALE RAPPRESENTANTE