

Sommario

MANUALE DEL DSS CONSENSI.....	4
Variabili in input	8
Funzioni utilizzate:.....	9
Calcolo N da fabbisogno colturale.....	9
Calcolo N da precipitazioni	9
Densità apparente.....	10
Calcolo concentrazione N suolo da sostanza organica terreno.....	10
Calcolo C suolo	11
Calcolo C act.....	11
Calcolo C sat	11
Calcolo C deficit.....	12
Calcolo ID zone (VRT)	12
Calcolo N da mineralizzazione della sostanza organica	13
Calcolo N da residui coltura precedente	14
Calcolo N da fertilizzazione organica coltura precedente	15
Calcolo N apportato con concimazione organica presemina:	15
Bilancio azoto	16
Calcolo N apportato da concimazione minerale in presemina.....	17
Quantità di concime minerale necessaria in copertura.....	17
Rette calibrazione per la stima di argilla e limo	18
Semplificazioni e simulazione parametri:.....	18
Coefficiente di recupero annuo N da concimazioni organiche anni precedenti.....	19
Coefficienti efficienza concime organico in presemina	19
Caratteristiche chimiche medie di letami, liquami, ammendanti.....	20
Valori delle componenti del suolo utilizzati per identificare la classe di tessitura.....	21
Valori classe FAO utilizzati	21
Titoli dei concimi minerali utilizzabili.....	21
Tipologie di colture precedenti selezionabili (libro di agronomia)	22
Tabella per calcolo inaffidabilità se le variabili in input non sono inserite dall'utente	22
Classi di attendibilità	23

Disciplinare Produzione Integrata Regione Lombardia	23
Manuale d'uso (QGIS)	24
Algoritmo DSS.....	24
Input layer	24
Concimazione organica in presemina da effettuare.....	25
Concimazione minerale in presemina da effettuare	25
Piano di concimazione VRT (Concimazione Rateo Variabile).....	25
Numero zone.....	25
La coltura da concimare si trova in una ZVN?	25
Tipologia di prodotto.....	25
Resa della coltura prevista.....	25
Resa coltura disponibile e spazializzata (VRT)	25
Classe di tessitura	26
Sovrappeso di tessitura (selezionare se disponibile la somma di argilla e limo).....	26
Classe FAO mais.....	26
Temperatura media stagionale disponibile?	26
Quantità di pioggia stagionale disponibile?.....	26
Sostanza organica del suolo/ Azoto nel suolo	26
Residui della coltura precedente.....	26
Tipologia coltura precedente	26
Mesi tra interrimento coltura precedente e raccolta coltura attuale	27
Tipologia concime organico in presemina	27
Dose concime organico in presemina (tonnellate di tal quale)	27
La concentrazione azotata del concime organico in presemina è disponibile?.....	27
Efficienza distribuzione concime organico in presemina.....	27
Tipologia concime organico annate precedenti 1	27
Dose concime organico annate precedenti 1	27
Frequenza concimazione organica annate precedenti 1.....	28
Tipologia concime organico annate precedenti 2	28
Dose concime organico annate precedenti 2.....	28
Frequenza concimazione organica annate precedenti 2.....	28
Pioggia marzo-aprile maggiore di 200mm?.....	28

Azoto perso per denitrificazione	28
Concimazione minerale in presemina	28
Dose concime minerale in presemina	29
Concime minerale azotato in presemina.....	29
Concime minerale azotato in copertura.....	29
Frazionamento dose di N minerale tra presemina e copertura.....	29
Grandezza pixel mappa di prescrizione	29
Risultati.....	29
Dose organico presemina.....	29
Dose minerale presemina.....	29
Dose minerale copertura.....	29
INFO.....	29

DOCUMENTAZIONE DEL DSS CONSENSI

Il sistema di supporto decisionale (Decisional Support System - DSS) sviluppato entro il progetto CONSENSI ha lo scopo di stimare, grazie ad apposito bilancio, la dose di azoto (N) da fornire a colture di mais in pieno campo. Grazie a questa digitalizzazione del bilancio è possibile ottimizzare le concimazioni sulla coltura mais qualsiasi sia il livello tecnologico iniziale dell'agricoltore. Nel caso di aziende già predisposte alle pratiche di agricoltura 4.0, è possibile ottenere le mappe di prescrizione delle diverse concimazioni da attuare, siano esse organiche o minerali. In aziende che non dispongono della sensoristica atta a studiare il campo in maniera spazializzata invece, è possibile ottenere buone stime delle dosi di azoto da fornire alla coltura basandosi sulle informazioni già disponibili.

Il calcolo delle dosi di fertilizzante necessario è basato sul fabbisogno di azoto della coltura, considerando: i) le caratteristiche del terreno, ii) l'andamento meteorologico della stagione, iii) la mineralizzazione della sostanza organica, iv) la coltura precedente presente sullo stesso appezzamento, v) le concimazioni organiche degli anni precedenti (se effettuate) e vi) le perdite per lisciviazione, denitrificazione e volatilizzazione.

Uno dei punti di forza di questo DSS è la capacità di adattarsi ai bisogni di ogni agricoltore maialicolo: i parametri necessari per il calcolo delle stime di azoto vengono simulati dal DSS quando non conosciuti dall'utente. Inoltre, è possibile frazionare la dose di N durante il ciclo colturale scegliendo tra una distribuzione spazializzata oppure uniforme sul campo. In aggiunta è possibile elaborare piani di concimazioni differenti a seconda degli interventi che sono già stati svolti sull'appezzamento.

A stime di N da fornire al campo computate, il DSS fornisce le mappe di prescrizione idonee alla concimazione con tecnologia rateo variabile (VRT). Nel caso in cui non fossero disponibili dati spazializzati dell'appezzamento (relativi a suolo e/o produzione), il DSS è in grado di fornire una stima di N da distribuire sul campo in maniera uniforme (è fornita solo la dose ad ettaro).

Il Sistema di Supporto alle Decisioni permette di scegliere il numero di concimazioni da attuare sull'appezzamento; l'algoritmo sviluppato prevede un numero massimo di tre diverse fertilizzazioni così suddivise: i) concime organico da fornire in presemina, ii) concime minerale in presemina e iii) concime minerale da apportare in copertura. Per ogni operazione di concimazione è possibile ottenere le relative mappe di prescrizione da fornire alle macchine operatrici. Non è obbligatorio effettuare tutte le fertilizzazioni, l'algoritmo permette di creare un piano di concimazione con almeno una di esse. La modulabilità del DSS permette anche di creare mappe di distribuzione del concime a stagione colturale iniziata (es. calcolo dose di N in copertura senza aver utilizzato il DSS per le operazioni in presemina).

L'individuazione di aree omogenee per la creazione di mappe di prescrizione per la distribuzione del concime organico è basata sul calcolo del deficit di carbonio: a zone di maggior deficit corrisponde un maggior apporto di concime, a zone di basso deficit, viceversa,

corrisponde un minor apporto di concime organico. Il deficit di carbonio è calcolato come differenza tra il carbonio massimo che il suolo può proteggere sulla base delle sue caratteristiche tessiturali e il carbonio attualmente presente nel suolo. Gli input necessari per tale calcolo sono: i) il contenuto di sostanza organica e ii) le frazioni di argilla e limo del suolo. L'individuazione delle zone omogenee per deficit di carbonio necessita, quindi, della disponibilità dei dati spazializzati di sostanza organica e di argilla e limo (vedi cap. 5). Tale approccio permette di apportare maggior concime organico laddove il suolo ha maggiori capacità di stoccaggio, in modo da ridurre le perdite dannose per l'ambiente e aumentare i benefici per la coltura e per l'agricoltore.

A seconda del numero di zone omogenee scelte, le dosi di azoto da fornire in ciascuna area variano secondo lo schema proposto:

- 2 zone omogenee: la zona ad alto deficit di carbonio otterrà il 20% di N in più rispetto alla dose media da apportare al campo, mentre la zona a basso deficit otterrà il 20% in meno. La dose media utilizzata tiene conto del rispetto della direttiva 91/676/CEE che fissa a 170 kg N/ha la quantità massima distribuibile se il campo risiede in zona vulnerabile all'inquinamento dei nitrati (ZVN) o a 340 kg N/ha se il campo risiede in zona non vulnerabile (ZNVN). Il valore mediano di deficit del carbonio è utilizzato per dividere le 2 aree omogenee sull'appezzamento: zona ad alto deficit al di sopra del valore mediano e, viceversa, zona a basso deficit al di sotto del valore mediano.
- 3 zone omogenee: la zona ad alto deficit otterrà il 30% in più di azoto rispetto alla dose media da distribuire sul campo, mentre la zona a basso deficit otterrà il 30% in meno. La dose media è fissata, come sopra, seguendo la direttiva 91/676/CEE. Le 3 aree omogenee sono state così suddivise: i) zona ad alto deficit di carbonio corrispondente alle zone del campo in cui si trovano i valori di deficit che superano il terzo quartile (75° percentile) della distribuzione del deficit di carbonio di tutto l'appezzamento; ii) zona a basso deficit di carbonio individuata per quelle aree in cui i valori di deficit sono inferiori al primo quartile (25° percentile) della distribuzione del deficit di carbonio di tutto il campo; infine, iii) zona a medio deficit di carbonio, in cui è distribuita la dose media di concime, caratterizzata da valori di deficit compresi tra il primo e il terzo quartile (tra 25° e 75° percentile) della distribuzione del deficit di carbonio di tutto l'appezzamento.
- 4 zone omogenee: la zona a deficit alto otterrà il 30% in più di azoto rispetto alla media del campo (sopra il 75° percentile della distribuzione di carbon deficit), la zona a medio-alto deficit il 10% in più (tra il 50° percentile e il 75° percentile della distribuzione di deficit di carbonio). Al contrario, la zona a basso deficit otterrà il 30% in meno di azoto rispetto alla media del campo (sotto il 25° percentile della distribuzione di deficit di carbonio) e la zona a medio-basso deficit il 10% in meno (zona tra il 25° e il 50° percentile della distribuzione di deficit di carbonio).

L'individuazione di zone omogenee per la distribuzione del concime minerale VRT si basa sulla possibilità di avere a disposizione dati spazializzati di resa del campo (basati sulla raccolta dell'anno precedente) con cui suddividere l'appezzamento in aree omogenee per produzione. Tale dato è utilizzato in un bilancio di massa dell'azoto differenziato per area produttiva considerando l'eventuale distribuzione VRT del concime organico o minerale in presemina. Nel caso non sia disponibile il dato di resa spazializzato, la suddivisione in zone omogenee sarà fatta attraverso il metodo del deficit di carbonio (vedi sopra).

Per la concimazione di copertura, le zone omogenee sono individuate sulla base dei quartili di produzione del campo:

- 2 zone omogenee: la zona ad alta resa è individuata nei valori di produzione sopra il valore mediano del campo; la zona a bassa resa è quella in cui la produzione non supera il valore mediano.
- 3 zone omogenee: la zona ad alta resa individuata nei valori di produzione che superano il terzo quartile (75%) della distribuzione di resa del campo; la zona a bassa resa è individuata per quelle zone in cui i valori di produzione sono sotto il primo quartile (25%) della distribuzione del campo; la zona a media resa è caratterizzata da valori di produzione compresi tra il primo e il terzo quartile della distribuzione del campo.
- 4 zone omogenee: la zona ad alta resa, corrispondente ai valori di produzione superiori al terzo quartile (75%) della distribuzione di resa; la zona a medio-alta resa è quella che comprende valori di tra il 50% e il 75% della distribuzione di resa; la zona a resa medio-bassa è compresa tra il 25% e il 50% della distribuzione della produzione e, infine, la zona a resa bassa con valori al di sotto del 25% della distribuzione di resa del campo.

Per ogni zona, il calcolo della dose di concime minerale avviene attraverso un bilancio di massa differenziato dell'azoto .

Infine, il DSS, oltre a stimare la dose di concime (kg/ha) necessaria, fornisce un'indicazione riguardante la bontà della stima, basandosi su quante (e quali) variabili sono state inserite dall'utente. Infatti, se mancassero delle variabili necessarie per stilare un preciso piano di concimazione azotata, il modello utilizza dei parametri di default (valori medi e valori simulati dal modello in base alle selezioni dell'utente) per ottenere la stima finale di azoto. Ogni variabile necessaria al DSS può essere omessa (e quindi simulata) in modo che ogni utente i ottenga una stima di azoto da distribuire il più precisa possibile in funzione delle informazioni da esso possedute.

La bontà della stima verrà quindi espressa su una scala (da molto bassa a molto alta) sulla base di quante, ma soprattutto quali, variabili sono state simulate dal modello o inserite dall'utente.

Attenzione:

- La funzione VRT per la concimazione organica può essere utilizzata solo se sono disponibili i dati di sostanza organica e/o limo e argilla spazializzati nel campo.

- La funzione VRT per la concimazione minerale può essere attuata basandosi sulla distribuzione della resa (se è disponibile il dato di resa spazializzato, consigliato) oppure sulla zonazione fatta per la concimazione organica (previa disponibilità dei dati di sostanza organica e/o limo e argilla spazializzati).
- Se l'appezzamento è localizzato in ZVN, la media di azoto organico distribuito sul campo sarà pari a 170 kg N/ha massimo; nel caso in cui, la coltura è in ZNVN, la media di N da distribuire con concimazione organica sarà pari a 340 kg N/ha.
- Con la funzione VRT attiva è possibile stimare le dosi di azoto e computare le mappe di prescrizione necessarie per un solo appezzamento alla volta.
- Le mappe di prescrizione si otterranno solo per le concimazioni da attuare, e quindi che sono state selezionate.
- Nel caso in cui ci siano zone a dose di azoto pari a 0 kg/ha, esse non saranno incluse nel file vettoriale della mappa di prescrizione.
- QGIS deve essere aggiornato alla versione 3.18

Variabili in input

ID parametro	Descrizione	UDM	Valore simulato	Fonte	
1	Classe_tes	Classe di tessitura	NA	Da selezione "Classe di tessitura"	USDA
1	Argilla/Limo	Percentuali di argilla e limo (due parametri)	%	Da "Classe di tessitura"	USDA
1	Arg_Lim	Somma percentuali di argilla e limo	%	/	USDA
2	Tipo_prod	Tipologia di prodotto	NA	Da selezione "Tipologia prodotto"	/
3	Classe_FAO	Classe FAO del mais	NA	Da selezione "Classe FAO"	FAO
4	Pioggia	Precipitazioni della stagione	mm	436 mm (ARPA Lombardia)	ARPA Lombardia
5	Sost_org	Sostanza organica	%	2%	Libro di agronomia Ceccon 2019
5	N_suolo	Azoto organico	kg N/t	1.16 kg N/t	Libro di agronomia Ceccon 2019
6	Y_tq	Resa tal quale prevista	t/ha	14 t/ha per granella, 70 t/ha per trinciato	CREA
7	T_media	Temperatura media stagionale	°C	20.1 °C (ARPA)	ARPA Lombardia
8	Y_ss_cp	Resa secca della coltura precedente	t/ha	Da selezione di "Tipologia coltura precedente"	Libro di agronomia Ceccon 2019
9	HI_cp	Harvest Index della coltura precedente	/	Da selezione di "Tipologia coltura precedente"	Libro di agronomia Ceccon 2019
10	N_conc_z	Concentrazione N dei residui della coltura precedente	%	Da selezione di "Tipologia coltura precedente"	Libro di agronomia Ceccon 2019
11	k1_cp	Coefficiente isoumico dei residui della coltura precedente	%	Da selezione di "Tipologia coltura precedente"	Libro di agronomia Ceccon 2019
12	mesi_inter	Mesi tra interrimento coltura precedente e raccolta coltura da concimare	/	Da selezione "Mesi tra interrimento e raccolta"	/
13	N_co_1	Azoto fornito con concimazione organica coltura precedente 1	kg N/ha	Da selezione "Dose azoto concimazione organiche coltura precedente"; "Alta" = 250 kg N/ha, "Media" = 187 kg N/ha, "Bassa" = 125 kg N/ha	Disciplonare Produzione Integrata Regione Lombardia 2022
14	N_co_2	Azoto fornito con concimazione organica coltura precedente 2	kg N/ha	Da selezione "Dose azoto concimazione organiche coltura precedente"; "Alta" = 250 kg N/ha, "Media" = 187 kg N/ha, "Bassa" = 125 kg N/ha	Disciplonare Produzione Integrata Regione Lombardia 2022
15	N_d	Azoto denitrificato	kg N/ha	5 kg N/ha	Libro di agronomia Ceccon 2019
16	Dose_org	Dose concime organico in presemina	t tq/ha	Da selezione "Dose azoto concimazione organica presemina"; "Alta" = 250 kg N/ha, "Media" = 187 kg N/ha, "Bassa" = 125 kg N/ha	Disciplonare Produzione Integrata Regione Lombardia 2022
17	Conc_N_org	Concentrazione N concime organico in presemina	kg N/t	Da selezione "Tipologia concime organico presemina"	Disciplonare Produzione Integrata Regione Lombardia 2022
18	Dose_pre_m	Dose concime minerale in presemina	kg/ha	Se la dose della concimazione minerale presemina è sconosciuta, simulati 100 kg N/ha forniti al campo	/
19	Tit_N_pre	Titolo concime minerale in presemina	%	Da selezione "Tipologia concime minerale presemina"	Libro di agronomia Ceccon 2019
20	Tit_N_cop	Titolo concime minerale in copertura	%	Da selezione "Tipologia concime minerale copertura"	Libro di agronomia Ceccon 2019

Tabella 1: Tutte i parametri sono inseribili o simulabili.

ATTENZIONE: nel caso di parametri identificati dallo stesso numero (prima colonna), è possibile inserire solo uno per gruppo in tabella attributi

Funzioni utilizzate:

Calcolo N da fabbisogno colturale

CASO 1 → MAIS TRINCIATO

INPUTS:

- Y_{tq} = Resa potenziale della coltura tal quale (t tq/ha) → (70 se non inserito)
- N_{conc_tq} = Concentrazione N del trinciato tal quale (%) → 0.39 % (non modificabile)

OUTPUT:

- N_{fb} = Asportazioni di azoto della coltura (kg N/ha)

FORMULA:

$$\text{❖ } N_{fb} \text{ [kg N /ha]} = (Y_{tq} * (N_{conc_tq} * 10))$$

CASO 2 → MAIS GRANELLA

INPUTS:

- Y_{tq} = Resa potenziale in granella (t/ha) → (14 se non inserito)
- N_{conc_ss} = Concentrazione N granella secca (%) → 1.7 % (non modificabile)
- $N_{conc_z_a}$ = Concentrazione N dei residui (%) → 0.7 % (non modificabile)
- $H2O_gr$ = Umidità granella (%) → 14 % (non modificabile)
- HI_mais = Harvest index mais → 0.5 (non modificabile)

OUTPUT:

- N_{fb} = Asportazione N della coltura (kg N/ha)

FORMULA:

$$\begin{aligned} \text{❖ } Y_{ss} \text{ [t/ha]} &= Y_{tq} * ((100 - H2O_gr) / 100) \\ \text{❖ } N_{grain} \text{ [kg N /ha]} &= Y_{ss} * (N_{conc_ss} * 10) \\ \text{❖ } Z_{act} \text{ [t/ha]} &= Y_{ss} * ((1 - HI_mais) / HI_mais) \\ \text{❖ } N_{z_act} \text{ [kg N /ha]} &= Z_{act} * (N_{conc_z_a} * 10) \\ \text{❖ } N_{fb} \text{ [kg N /ha]} &= N_{grain} + N_{z_act} \end{aligned}$$

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

CREA – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria

Calcolo N da precipitazioni

INPUTS:

- Pioggia = Pioggia (mm) → (436 mm se non inserito)
- N_{conc_p} = Concentrazione N pioggia (mg N/l) → 2 mm (non modificabile)

OUTPUT:

- $N_p = N$ da apporti idrici (kg/ha)

FORMULA:

$$\text{❖ } N_p \text{ [kg N /ha]} = (\text{Pioggia} * 10000) * (N_{\text{conc}_p} / (1000 * 1000))$$

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

ARPA Lombardia, 2023

Densità apparente

INPUTS:

- Limo = Limo nel terreno (%) → (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)
- Argilla = Argilla nel terreno (%) → (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)
- Sost_org = % di sostanza organica terreno → (se non inserito simulato pari a 2%)

OUTPUT:

- d_{app} = Densità apparente suolo con correzione sostanza organica (t/m³)

FORMULA:

$$\text{❖ } \text{swc}_{\text{sat}} \text{ [m}^3 \text{ acqua / m}^3 \text{ suolo]} = 0.332 - 0.0007251 * (100 - \text{Argilla} - \text{Limo}) + 0.1276 * \log_{10}(\text{Argilla}) \rightarrow \text{Contenuto idrico volumetrico del suolo a saturazione}$$

$$\text{❖ } d_{\text{app}_1} \text{ [t/m}^3 \text{]} = ((1.0 - \text{swc}_{\text{sat}}) * 2.65) \rightarrow \text{Densità apparente senza correzione sostanza organica}$$

$$\text{❖ } d_{\text{app}} \text{ [t/m}^3 \text{]} = 100 / ((\text{Sost}_{\text{org}} / 0.224) + ((100 - \text{Sost}_{\text{org}}) / d_{\text{app}_1}))$$

Fonte:

Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. *Soil science society of America Journal*, 70(5), 1569-1578.

Rawls, W. J. (1983). Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content¹. *Soil Science*, 135(2), 123-125.

USDA, Soil survey manual, 2017, U.S. Department of Agriculture

Calcolo concentrazione N suolo da sostanza organica terreno

INPUTS:

- Sost_org = % di sostanza organica terreno → (se non inserito simulato pari a 2%)
- (C/N sostanza organica ipotizzato pari a 10)

OUTPUT:

- N_{suolo} = Concentrazione N suolo (kg N/t)

FORMULA:

$$\text{❖ } N_{\text{suolo}} \text{ [kg N/t]} = \text{Sost}_{\text{org}} * 0.58$$

Fonte:

Pribyl, D.W., 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma* 156, 75–83

Kirkby, C. A., Kirkegaard, J. A., Richardson, A. E., Wade, L. J., Blanchard, C., & Batten, G. (2011). Stable soil organic matter: a comparison of C: N: P: S ratios in Australian and other world soils. *Geoderma*, 163(3-4), 197-208.

Calcolo C suolo

INPUT:

- Sost_org = % di sostanza organica terreno → (se non inserito simulato pari a 2%)
- (C/N sostanza organica ipotizzato pari a 10)

OUTPUT:

- C_suolo = Carbonio totale nel terreno (kg N/t)

FORMULA:

$$\diamond C_{\text{suolo}} [\text{kg N/t}] = \text{Sost_org} * 0.58 * 10$$

Fonte:

Pribyl, D.W., 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma* 156, 75–83

Calcolo C act

INPUT:

- C_suolo = Carbonio totale nel terreno (kg N/t)

OUTPUT:

- C_act = Carbonio organico attualmente presente nella frazione argillo-limosa (kg N/t)

FORMULA:

$$\diamond C_{\text{act}} [\text{kg N/t}] = C_{\text{suolo}} * 0.85$$

Fonte:

Gregorich, E. G., Beare, M. H., McKim, U. F., & Skjemstad, J. O. (2006). Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, 70(3), 975-985.

Angers, D. A., Arrouays, D., Saby, N. P. A., & Walter, C. (2011). Estimating and mapping the carbon saturation deficit of French agricultural topsoils. *Soil Use and Management*, 27(4), 448-452.

Calcolo C sat

INPUT:

- Limo = soil silt content (%) → (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)

- Argilla = soil clay content (%) → (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)

OUTPUT:

- C_sat = Carbonio organico a saturazione nel suolo (kg N/t)

FORMULA:

$$\diamond C_{\text{sat}} [\text{kg N/t}] = 7.18 + (\text{Argilla} + \text{Limo}) * 0.2$$

Fonte:

Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and soil*, 241, 155-176.

Calcolo C deficit

INPUT:

- C_sat = Carbonio organico a saturazione nel suolo (kg N/t)
- C_act = Carbonio organico attualmente presente nella frazione argillo-limoso (kg N/t)

OUTPUT:

- C_deficit = Grado di saturazione di carbonio organico del suolo (kg N/t)

FORMULA:

$$\diamond C_{\text{deficit}} [\text{kg N/t}] = C_{\text{sat}} - C_{\text{act}}$$

Calcolo ID zone (VRT)

INPUT:

- C_deficit = Grado di saturazione di carbonio organico del suolo (kg N/t)

OUTPUT:

- 3 Zone = Alta (+30%), media (+0%), bassa (-30%)
- 2 Zone = Alta (+20%), bassa (-20%)
- 4 Zone = Alta (+30%), medio-alta (+10%), medio-bassa (-10%), bassa (-30%)

FORMULA:

$$\diamond 3 \text{ ZONE} =$$

- Alta → $C_{\text{deficit}} > q_3(C_{\text{deficit}})$
- Media → $q_1(C_{\text{deficit}}) < C_{\text{deficit}} < q_3(C_{\text{deficit}})$
- Bassa → $C_{\text{deficit}} < q_1(C_{\text{deficit}})$

$$\diamond 2 \text{ ZONE} =$$

- Alta → $C_{\text{deficit}} > q_2(C_{\text{deficit}})$
- Bassa → $C_{\text{deficit}} < q_2(C_{\text{deficit}})$

$$\diamond 4 \text{ ZONE} =$$

- Alta → $C_{\text{deficit}} > q_3(C_{\text{deficit}})$
- Medio-alta → $q_2(C_{\text{deficit}}) < C_{\text{deficit}} < q_3(C_{\text{deficit}})$
- Medio-bassa → $q_1(C_{\text{deficit}}) < C_{\text{deficit}} < q_2(C_{\text{deficit}})$

- Bassa $\rightarrow C_{\text{deficit}} < q_1(C_{\text{deficit}})$

ATTENZIONE:

q_1 = primo quartile distribuzione, q_2 = secondo quartile (mediana) distribuzione, q_3 = terzo quartile distribuzione

ATTENZIONE:

Questo calcolo con il C_{deficit} è utilizzato per la suddivisione in zone omogenee basandosi sul metodo del carbon deficit, qui impiegato per la zonazione della dose di concime organico. Nel caso in cui fosse disponibile la resa potenziale spazializzata sul campo, il DSS attua una diversa zonazione della dose di concime minerale rispetto a quello organico basandosi sulla distribuzione di Y_{tq} (resa potenziale della coltura). In quest'ultimo caso, nelle formule precedenti viene sostituito C_{deficit} con Y_{tq} .

Calcolo N da mineralizzazione della sostanza organica

INPUTS:

- S = Spessore suolo (m) \rightarrow (0.3 m, non modificabile)
- A = Superficie ettaro (m^2) = 10000 m^2 = 1 ha \rightarrow stiamo lavorando sulla base dell'ettaro (non modificabile)
- d_{app} = Densità apparente (t/m^3)
- N_{suolo} = Contenuto di N nel suolo ($kg\ N/t$)
- T_{media} = Temperatura media stagionale ($^{\circ}C$) \rightarrow (20.1 $^{\circ}C$ se non inserito)
- $mesi_{\text{stag}}$ = Durata in mesi della stagione di crescita \rightarrow (Calcolato da classe FAO mais)
- Limo = Limo nel terreno (%) \rightarrow (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)
- Argilla = Argilla nel terreno (%) \rightarrow (Se non inserito calcolato dalla classe di tessitura)

OUTPUT:

- N_m = N da mineralizzazione sostanza organica ($kg\ N/ha$)

FORMULA:

- ❖ $k_{2_month} = (((T_{\text{media}} - 0.5) * 240) / (((\text{Argilla} + 20) * (0.3 * \text{Limo} + 20)))) / 12 * 0.5 \rightarrow$ Calcolo k_2 (coefficiente di mineralizzazione) mensile medio
- ❖ $k_{2_season} = k_{2_month} * mesi_{\text{stag}}$
- ❖ $\text{peso_suolo} [kg/ha] = S * A * (d_{\text{app}} * 1000)$
- ❖ $N_{\text{suolo}} [kg\ N/ha] = \text{peso_suolo} * (N_{\text{suolo}} / 1000)$
- ❖ $N_m [kg\ N/ha] = N_{\text{suolo}} * (k_{2_season} / 100)$

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Calcolo N da residui coltura precedente

1) CASO 1 → RESIDUI INTERRATI/LASCIATI IN CAMPO

INPUTS:

- Y_{ss_cp} = Resa coltura precedente (t/ha) → (valore preimpostato secondo coltura selezionata)
- HI_{cp} = Harvest Index coltura precedente → (valore preimpostato secondo coltura selezionata)
- N_{conc_z} = Concentrazione N residui coltura precedente (kg N/100 kg residui) → (valore preimpostato secondo coltura selezionata)
- N_{conc_SO} = Concentrazione N sostanza organica (kg N/t so) → 50 kg N/t (non modificabile)
- $k1_{cp}$ = Coefficiente isoumico residui (%) → (valore preimpostato secondo coltura selezionata)
- $mesi_inter$ = Mesi da interrimento residui a raccolta coltura da concimare → (valore selezionabile da finestra se non inserito)

OUTPUT:

- N_{cp} = N da residui della coltura precedente (kg/ha)

FORMULA:

- ❖ $Z [t/ha] = Y_{ss_cp} * ((1-HI_{cp})/HI_{cp})$
- ❖ $Nz [kg N /ha] = (Z) * (N_{conc_z} * 10)$ ## N nei residui kg/ha
- ❖ $SO [kg N /ha] = (Z) * N_{conc_SO} * (k1_{cp}/100)$ ## N humus prodotto kg/ha
- ❖ $N_{cp_year} [kg N /ha] = (Nz - SO)$
- ❖ $N_{cp} [kg N /ha] = N_{cp_year} * (mesi_inter/12)$

2) CASO 2 → COVER CROP

INPUTS:

- Y_{ss_cp} = Resa coltura precedente (t/ha) → (2 se non inserito)
- N_{conc_z} = Concentrazione N residui coltura precedente (kg N/100 kg residui) → (2 se non inserito)
- N_{conc_SO} = Concentrazione N sostanza organica (kg N/t so) → 50 kg/t (non modificabile)
- $k1_{cp}$ = Coefficiente isoumico residui (%) → (10 se non inserito)
- $mesi_inter$ = Mesi da interrimento residui a raccolta coltura da concimare → (valore selezionabile da finestra se non inserito)

OUTPUT:

- N_{cp} = N da coltura precedente (COVER CROP) (kg/ha)

FORMULA:

- ❖ $Z = Y_{ss_cp}$
- ❖ $N_z \text{ [kg N /ha]} = (Z) * (N_conc_z * 10)$
- ❖ $SO \text{ [kg N /ha]} = (Z) * N_conc_SO * (k1_cp/100)$
- ❖ $N_cp_year \text{ [kg N /ha]} = (N_z - SO)$
- ❖ $N_cp \text{ [kg N /ha]} = N_cp_year * (mesi_inter/12)$

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Calcolo N da fertilizzazione organica coltura precedente

INPUTS:

- N_co_1 = Azoto da precedente concimazione organiche (kg/ha) → (se non inserito selezionare alto = 250, medio = 187.5, basso = 125)
- $k1_1$ → Calcolato da tabelle disciplinare produzione integrata Regione Lombardia in base a tipo di concime (bovino, suino, ammendante) e frequenza concimazione (ogni anno, ogni 2, ogni 3)

OUTPUT:

- $N_co_cp_1$ = Quantità N da concimazioni organiche precedenti (kgN/ha)

FORMULA:

- ❖ $N_co_cp1 \text{ [kg N /ha]} = N_co_1 * (k1_1/100)$

ATTENZIONE:

È possibile aggiungere aggiungere altre voci in “INPUTS” nel caso in cui siano stati distribuiti due o più diversi concimi organici nel passato; è possibile calcolare l’apporto di N residuo da essi (utilizzare per il secondo concime organico N_co_2 e $k1_2$, ecc).

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Disciplinare di produzione integrata, 2022, Regione Lombardia

Calcolo N apportato con concimazione organica presemina:

INPUT:

- Q_org_tq = Dose concime organico in presemina tal quale (t tq/ha) (se non inserito selezionare Alta → $N_pre = 250$ kg N/ha, Media → $N_pre = 187.5$ kg N/ha, Bassa → $N_pre = 125$ kg N/ha)
- $Conc_N_org$ = Concentrazione azotata concime organico (kg N/t tq) → (se non inserito, calcolato da tabelle Disciplinare Produzione Integrata Regione Lombardia)
- N_pre = Dose azoto dato con concimazione organica in presemina (kg/ha)

- Eff_co_pre = Efficienza concime presemina (%) da disciplinare produzione integrata Regione Lombardia (grazie a informazioni relative a tessitura, efficienza di distribuzione in base a modalità ed epoca e dose)

OUTPUT:

- N_co_pre = Azoto da concimazione presemina (kg N/ha)

FORMULA:

- ❖ $N_{pre} [kg N /ha] = Q_{org_tq} * Conc_N_org$
- ❖ $N_{co_pre} = N_{pre} * (Eff_co_pre/100)$

ATTENZIONE:

Questo è il caso di concimazioni organiche in presemina già effettuate oppure da effettuare con dosi già definite. Nel caso non sia stata ancora effettuata, è possibile calcolarla; in quest'ultimo caso le formule saranno invertite (si partirà da un N_pre di 170 kg N/ha se l'appezzamento si trova in una ZVN, oppure da un N_pre di 340 kg N/ha nel caso di ZNVN. Da N_pre si stimerà quindi la dose di concime organico Q_org_tq da fornire al campo)

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Disciplinare di produzione integrata, 2022, Regione Lombardia

Bilancio azoto

INPUT:

- N_fb = Asportazione N coltura
- N_p = N da piogge (kg/ha)
- N_m = N da mineralizzazione sostanza organica (kgN/ha)
- N_cp = N da residui coltura precedente (kg/ha)
- N_co_cp_1 = N da concimazioni organiche precedenti (kgN/ha)
- N_co_cp_2 = N da concimazioni organiche precedenti (caso 2) (kgN/ha)
- N_co_pre = N da concimazione organica presemina (kg N/ha)
- N_d = Azoto denitrificato (kg N/ha) → (simulato pari a 5 kg N/ha oppure inseribile)

OUTPUT:

- N_rate = Azoto da apportare alla coltura con concimazioni minerali (kg N/ha)

FORMULA:

- ❖ $N_{rate} [kg N /ha] = (N_{fb} - N_p - N_{cp} - N_m - N_{co_cp_1} - N_{co_cp_2} + N_d - N_{co_pre}) / 0.95$

ATTENZIONE:

Se le piogge di marzo e aprile sono maggiori di 200 mm, allora aggiungo 10 kg/ha di N (quota di N persa per lisciviazione in quel periodo). L'azoto volatilizzato viene stimato come il 5%

dell'azoto da distribuire. Infine, la quota di azoto individuata da N_rate, sarà suddivisa in concimazione minerale in presemina e minerale di copertura secondo il frazionamento scelto dall'utente oppure, se non è necessaria una concimazione minerale in presemina, N_rate identificherà la quota di azoto da fornire solo in copertura.

Fonte:

Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdISES Edizioni S.r.l., 2017

Calcolo N apportato da concimazione minerale in presemina

INPUTS:

- Tit_N_pre = Titolo concime minerale in presemina (%) → (ottenuto selezionando tipologia concime oppure inseribile)
- N_min_pre = Azoto da concimazione minerale in presemina (kg N/ha) → (100 kg N/ha se simulato)
- Fraz_min = Frazionamento N tra presemina e copertura → (selezionabile, se concimazione minerale in presemina non prevista verrà impostato pari a 0)

OUTPUT:

- Q_min_pre = Dose concime minerale in presemina (kg/ha)

FORMULA:

- ❖ $N_{min_pre} [kg\ N/ha] = N_{rate} * Fraz_{min}$
- ❖ $Q_{min_pre} [kg/ha] = N_{min_pre} / (Tit_N_pre / 100)$

ATTENZIONE:

Se la dose di concime minerale fornita al campo in presemina è ignota, viene direttamente assegnato un apporto pari a 100 kg N/ha senza considerare il tipo di concime utilizzato.

Quantità di concime minerale necessaria in copertura

INPUT:

- N_rate = Azoto da apportare alla coltura con concimazioni minerali (kg N/ha)
- Tit_N_cop = Titolo di N concime in copertura (%) (ottenuto selezionando tipologia concime oppure inseribile)
- N_min_pre = Azoto da concimazione minerale in presemina (kg N/ha) (100 kg N/ha se simulato)

OUTPUT:

- Q_min_cop (kg/ha) = Dose concime minerale in copertura

FORMULA:

- ❖ $N_{min_cop} [kg\ N/ha] = N_{rate} - N_{min_pre}$
- ❖ $Q_{min_cop} [kg/ha] = N_{min_cop} / (Tit_N_cop/100)$

Rette calibrazione per la stima di argilla e limo

Questi sono i passaggi che il DSS effettua nel caso sia disponibile la somma di limo e argilla come variabile spazializzata della tessitura del suolo. L'utente deve selezionare il gruppo di tessitura del suolo per una buona stima delle componenti di Limo e Argilla.

INPUT:

- Arg_Lim = Somma di argilla e limo (%) → (inseribile in tabella attributi)

FORMULA

- Argilla = $m * (\text{Arg_Lim}) + q$
- Limo = $(\text{Arg_Lim}) - \text{Argilla}$

Tessitura	m	q
Tendenzialmente sabbioso	0.058419	5.995418
Tendenzialmente franco	-0.30217	38.67629
Tendenzialmente argilloso	0.020873	40.41537

Fonte:

USDA, *Soil survey manual*, 2017, U.S. Department of Agriculture

Semplificazioni e simulazione parametri:

- Limo e argilla → da classe di tessitura oppure da somma di limo e argilla
- Mesi stagione colturale → Da classe mais (Classificazione FAO)
- Pioggia → Da media delle precipitazioni negli ultimi 20 anni sulle 11 provincie lombarde
- Temperatura → Da media delle precipitazioni negli ultimi 20 anni sulle 11 provincie lombarde
- Rese medie mais → da indagini CREA
- Sostanza organica media nel terreno → da libro di Agronomia Ceccon 2017
- N contenuto nel suolo → se non conosciuto calcolato da sostanza organica del suolo
- Parametri colture precedenti → da libro di Agronomia Ceccon 2017
- Coefficiente di recupero annuo N da concimazioni organiche su colture precedenti (disciplinare produzione integrata Regione Lombardia) → selezionando tipologia di concime e frequenza apporti
- Azoto denitrificato medio → da libro di Agronomia Ceccon 2017
- Lisciviazioni azoto → da libro di Agronomia Ceccon 2017
- Sovraclasse di tessitura → Disciplinare Produzione Integrata Regione Lombardia
- Efficienza del concime organico presemina → Da informazioni quanti-qualitative riguardanti concimazione organica presemina (Disciplinare Regione Lombardia):
 - Dose (bassa-media-alta)
 - Tipo di concime organico (bovino-suino-pollina-ammendante)
 - Efficienza relativa alla modalità ed epoca di interrimento (bassa-media-alta)
 - Gruppo di tessitura (tend. sabbioso, franco, tend. argilloso)

- Spazializzazione dosi di N da fornire al campo → metodo Consensi basato sulla distribuzione del carbon deficit
- Titolo di N (%) → Da tipologia di concime minerale azotata (Libro agronomia)
- Coefficiente di recupero annuo N da concimazioni org. colture precedenti (disciplinare Regione Lombardia) → selezionando tipologia di concime e frequenza apporti

Coefficiente di recupero annuo N da concimazioni organiche anni precedenti

Apporti regolari di fertilizzanti organici: coefficiente % di recupero annuo della quantità di elementi nutritivi mediamente distribuita

Matrici organiche	tutti gli anni	ogni 2 anni	ogni 3 anni
Ammendanti	50	30	20
Liquame bovino	30	15	10
Liquame suino e pollina	15	10	5

Fonte: Regione Emilia Romagna

Coefficienti efficienza concime organico in presemina

Coefficienti di efficienza degli effluenti suinicoli

Efficienza (1)	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Dose (2)			Dose (2)			Dose (2)		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta
Alta	79	73	67	71	65	58	63	57	50
Media	57	53	48	52	48	43	46	42	38
Bassa	35	33	29	33	31	28	29	28	25

Coefficienti di efficienza degli effluenti bovini

Efficienza (1)	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Dose (2)			Dose (2)			Dose (2)		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta
Alta	67	62	57	60	55	49	54	48	43
Media	48	45	41	44	41	37	39	36	32
Bassa	30	28	25	28	26	24	25	24	21

Coefficienti di efficienza degli effluenti avicoli

Efficienza (1)	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Dose (2)			Dose (2)			Dose (2)		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta
Alta	91	84	77	82	75	67	72	66	58
Media	66	61	55	60	55	49	53	48	44
Bassa	40	38	33	38	36	32	33	32	29

(1) La scelta del livello di efficienza (Alta, Media o Bassa) deve avvenire in relazione alle epoche/modalità di distribuzione (vedi tab. 9).

(2) La dose (kg/ha di N) è da considerarsi: bassa < 125; media tra 125 e 250; alta > 250.

Livello di efficienza della fertilizzazione azotata con liquami ed altri fertilizzanti organici in funzione della coltura, epoca e modalità di distribuzione¹

Colture	Epoche	Modalità	Efficienza
Mais, sorgo da granella ed erbai primaverili-estivi	Prearatura primaverile	Su terreno nudo o stoppie	Alta
	Prearatura autunnale	Su paglie o stocchi	Media
		Su terreno nudo o stoppie	Bassa
	Copertura	Con interrimento	Alta
Senza interrimento		Media	
Cereali autunno-vernini ed erbai autunno-primaverili	Prearatura estiva	Su paglie o stocchi	Media
	Prearatura estiva	Su terreno nudo o stoppie	Bassa
	Fine inverno - primavera	Copertura	Media
Colture di secondo raccolto	Estiva	Preparazione del terreno	Alta
	Estiva in copertura	Con interrimento	Alta
	Copertura	Senza interrimento	Media
	Fertirrigazione	Copertura	Media
Prati di graminacee misti o medicali	Prearatura primaverile	Su paglie o stocchi	Alta
		Su terreno nudo o stoppie	Media
	Prearatura estiva o autunnale	Su paglie o stocchi	Media
		Su terreno nudo o stoppie	Bassa
	Dopo i tagli primaverili	Con interrimento	Alta
		Senza interrimento	Media
	Dopo i tagli estivi	Con interrimento	Alta
		Senza interrimento	Media
Autunno precoce	Con interrimento	Media	
	Senza interrimento	Bassa	
Pioppeti ed arboree	Pre-impianto		Bassa
	Maggio - settembre	Con terreno inerbito	Alta
		Con terreno lavorato	Media

(1) I livelli di efficienza riportati in tabella possono ritenersi validi anche per i materiali palabili ed ammendanti, ovviamente per quelle epoche e modalità che ne permettano l'incorporamento al terreno.

Fonte: D. M. 5046 del 25 febbraio 2016

Caratteristiche chimiche medie di letami, liquami, ammendanti

Caratteristiche chimiche medie di letami, materiali palabili e liquami prodotti da diverse specie zootecniche

Residui organici	SS (%tq)	Azoto (kg/t tq)	P (kg/t tq)	K (kg/t tq)
Letame				
- bovino	25	3,69	1,05	5,80
- suino	25	4,58	1,80	4,50
- ovino	31	3,67	1,00	15
Materiali palabili				
- lettiera esausta polli da carne	70	30,32	19	15,50
- pollina pre-essicata	67,5	25,55	12	19,50
Liquame				
- bovini da carne	8,5	4,24	1,25	3,15
- bovini da latte	13	4,64	1,30	4,20
- suini	3,75	2,65	1,25	2,05
- ovaiole	22	13,07	4,50	5,25
- compost	63,9	12,7	4,12	9,54

Valori delle componenti del suolo utilizzati per identificare la classe di tessitura

Tessitura	Sabbia	Limo	Argilla
Sabbioso	90	5	5
Sabbioso Franco	83	10	7
Limoso	8	84	8
Franco Sabbioso	65	25	10
Franco	42	40	18
Franco Limoso	22	63	15
Franco Sabb Lim	62	11	27
Franco Argilloso	33	33	34
Franco Lim Arg	10	56	34
Argilloso Sabb	52	7	41
Argilloso Lim	7	47	46
Argilloso	20	20	60

Fonte: USDA, *Soil survey manual*, 2017, U.S. Department of Agriculture

Valori classe FAO utilizzati

Classe FAO	Mesi	Giorni
200	3	86-95
300	3.5	96-105
400	3.8	106-116
500	4	116-120
600	4.2	121-131
700	4.5	132-140

Fonte: Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)

Titoli dei concimi minerali utilizzabili

Concime minerale azotato	Titolo (N%)
Nitrato di calcio	15.5
Nitrato di magnesio	11
Nitrato di calcio e magnesio	13
Nitrato di sodio	15.5
Solfonitrato di magnesio	19
Nitrato del Cile	15.5
Soluzione di nitrato di calcio	8
Soluzione di magnesio	6
Sospensione di nitrato di calcio	8
Solfato ammonico	20

Sospensione di solfato ammonico	6
Ammoniaca anidra	82
Soluzioni ammoniacali	15
Soluzione di tiosolfato d'ammonio	12
Nitrato ammonico	26.5
Solfonitrato ammonico	25
Stickstoff-magnesia	19
Urea	46
Calcocianamide	25

Fonte: Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Tipologie di colture precedenti selezionabili (libro di agronomia)

Coltura	Resa ss(t/ha)	HI	[N]	K1
Avena da granella	4	0.4	0.5	15
Colza da granella	3	0.33	2	15
Cover crop	2	-	2	15
Frumento duro	4.5	0.4	0.5	15
Frumento tenero	6	0.4	0.5	15
Girasole	4.5	0.4	1	20
Mais	12	0.5	0.7	20
Orzo da granella	4	0.4	0.6	15
Patata	9.2	0.8	2.3	20
Pomodoro	5	0.7	4	20
Riso	6	0.46	0.7	15
Soia	3	0.4	1.9	25
Triticale	6.5	0.45	0.4	15

Fonte: Ceccon P., Fagnano M., Grignani C., Monti M., Orlandini S., *Agronomia*, Napoli, EdiSES Edizioni S.r.l., 2017

Tabella per calcolo inaffidabilità se le variabili in input non sono inserite dall'utente

Variabile input	% errore 1	% errore 2	% errore 3
Classe_tess / Clay and Silt	11	13	18
Piog	2	2	2
Sost_org/N_suolo	11	13	18
Y_tq	25	30	40
T_media	3	3	3
Coltura preced	3	3	3
N_co_1	8	8	8

N_co_2	8	8	8
N_d	0	0	0
N_pre	17	20	0
N_min_pre	12	0	0

Errore 1 → Solo concimazione minerale in copertura da calcolare, concimazione organica e minerale in presemina (già effettuate).

Errore 2 → Concimazione minerale in presemina e in copertura da calcolare, concimazione organica già effettuata.

Errore 3 → Concimazione organica in presemina, minerale in presemina e minerale in copertura da calcolare.

Classi di attendibilità

100-90	Molto bassa
90-70	Bassa
70-40	Media
40-20	Alta
20-0	Molto Alta

Disciplinare Produzione Integrata Regione Lombardia

Regione Lombardia, 2018. Comunicato regionale, n. 13, 31/01/2018: Aggiornamento dei disciplinari delle tecniche agronomiche di produzione integrata per l'anno 2018, in merito all'operazione 10.1.01 «Produzioni agricole integrate» del PSR 2014 - 2020 e ai programmi operativi delle organizzazioni di produttori ortofrutticoli (OCM ortofrutta – regolamenti 1234/2007/CE E 1308/13/CE). BURL SEO6, 08/02/2018:

https://www.bollettino.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/a49d7d31-6605-4dd3-bda1-a8de09f9a270/SEO6_08-02-2018.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=a49d7d31-6605-4dd3-bda1-a8de09f9a270

Manuale d'uso (QGIS)

Algoritmo DSS

Input layer

Layer di partenza con tabella attributi contenente le informazioni disponibili per il calcolo del bilancio dell'azoto

ATTENZIONE: Tutte le variabili sono inseribili oppure omissibili

Variabili inseribili in tabella attributi:

1) TIPOLOGIA PRODOTTO

- "Tipo_prod" = stringa --> 'Granella' o 'Trinciato'

2) RESA COLTURA DA FERTILIZZARE:

- "Y_tq" = Resa mais tal quale [t/ha] (umidità al 14% nel caso della granella)

3) TESSITURA:

- "Classe_tes" = Classe di tessitura (stringa --> 'S', 'SF', 'L', 'FS', 'F', 'FL', 'FSL', 'FA', 'FLA', 'AS', 'AL', 'A')

oppure

- "Argilla" = Contenuto di argilla [%] e "Limo" = Contenuto di limo [%]

oppure

- "Arg_Lim" = Somma di argilla e limo nel terreno [%]

4) CLASSE FAO:

- "Classe_FAO" = Classe FAO del mais da fertilizzare (200, 300, 400, 500, 600, 700)

5) PIOGGIA:

- "p" = Pioggia durante la stagione [mm]

6) SOSTANZA ORGANICA / AZOTO NEL SUOLO

- "Sost_org" = Sostanza organica nel suolo [%]

oppure

- "N_suolo" = Concentrazione N del suolo [kgN/t]

7) TEMPERATURA:

- "T_media" = Temperatura media della stagione [°C]

8) COLTURA PRECEDENTE

- "Y_ss_cp" = Resa secca della coltura precedente [t/ha]

- "HI_cp" = Harvest Index coltura precedente

- "N_conc_z" = Concentrazione N nei residui della coltura precedente [%]

- "k1_cp" = Coefficiente isoumico coltura precedente [%]

- "mesi_inter" = Mesi tra interrimento coltura precedente e raccolta coltura da fertilizzare

9) FERTILIZZAZIONE ORGANICHE COLTURE PRECEDENTI:

- "N_co_1" = Azoto apportato con concimazioni organiche precedenti 1 [kg N/ha]

- "N_co_2" = Azoto apportato con concimazioni organiche precedenti 2 [kg N/ha]

10) FERTILIZZAZIONE ORGANICA IN PRESEMINA:

- "Q_org_tq" = Dose concime organico apportato in organica in presemina [t tq/ha]

- "Conc_N_org" = Concentrazione N del concime organico in presemina [kg N/t tq]

11) CONCIMAZIONE MINERALE IN PRESEMINA:

- "Q_min_pre" = Dose concime minerale in presemina [kg/ha]

- "Tit_N_pre" = Titolo concime minerale in presemina [%]

12) DENITRIFICAZIONE

- "N_d" = Azoto perso per denitrificazione [kg N/ha]

13) CONCIMAZIONE MINERALE IN COPERTURA

"Tit_N_cop" = Titolo concime minerale[%] in copertura

Concimazione organica in presemina da effettuare

Spuntare se si vuole effettuare la concimazione organica in presemina e quindi calcolare dose e mappa di prescrizione

ATTENZIONE: Selezionare DA CALCOLARE nella voce DOSE CONCIME ORGANICO PRESEMINA

Concimazione minerale in presemina da effettuare

Selezionare se si vuole effettuare la concimazione minerale in presemina e quindi calcolare dose e mappa di prescrizione

ATTENZIONE: Selezionare il frazionamento dell'azoto tra concimazione minerale in presemina e minerale in copertura e selezionare DA EFFETTUARE nella voce CONCIMAZIONE MINERALE PRESEMINA e selezionare DA CALCOLARE nella voce DOSE CONCIME MINERALE PRESEMINA

Piano di concimazione VRT (Concimazione Rateo Variabile)

Spuntare se si vuole effettuare un piano di concimazione rateo variabile (VRT). In questo caso, oltre alle dosi da fornire al campo, verranno restituite anche le relative mappe di prescrizione.

ATTENZIONE: selezionare il numero di zone a differente dose di concime.

Numero zone

Se è stata spuntata la voce PIANO DI CONCIMAZIONE VRT, selezionare il numero di zone a differente dose di azoto.

La coltura da concimare si trova in una ZVN?

Spuntare se la coltura in questione si trova in una zona identificata come vulnerabile ai nitrati (ZVN)

Tipologia di prodotto

Selezionare la tipologia di prodotto che si vuole ottenere. Se fosse stata preventivamente inserita in tabella attributi sotto il campo "Tipo_prod" come stringa (valori disponibili 'Granella' o 'Trinciato'), selezionare DISPONIBILE ED INSERITA IN TABELLA

Resa della coltura prevista

Se non è disponibile ed inserita in tabella attributi come "Y_tq", selezionare NON DISPONIBILE. Il valore utilizzato sarà 14 t/ha per mais da granella e 70 t/ha per mais da trinciato.

Resa coltura disponibile e spazializzata (VRT)

Spuntare se la resa potenziale della coltura è disponibile e spazializzata. In questo caso, se si sta lavorando in modalità VRT, la suddivisione in zone omogenee per la concimazione minerale sarà basata sulla distribuzione della resa potenziale. Nel caso in cui la resa potenziale non è disponibile, la zonazione si baserà sul carbon deficit.

Classe di tessitura

Selezionare la classe di tessitura del terreno se non è stata inserita in tabella attributi (in questo caso selezionare NON NECESSARIA, INSERITA IN TABELLA).

Sovragrappo di tessitura (selezionare se disponibile la somma di argilla e limo)

Nel caso in cui sia disponibile la somma di argilla e limo e nella voce CLASSE DI TESSITURA è stata selezionata l'opzione NON NECESSARIA, INSERITA IN TABELLA LA SOMMA DI ARGILLA E LIMO, selezionare la sovraclasse di tessitura del terreno.

Classe FAO mais

Selezionare la classe FAO di appartenenza del mais se non è stata inserita in tabella attributi, in quest'ultimo caso selezionare DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA.

Temperatura media stagionale disponibile?

Spuntare se la temperatura media della stagione è disponibile ed inserita in tabella come "T_media". Se non inserita, la temperatura media della stagione verrà simulata pari a 20.1 °C (media ventennale lombarda del periodo primaverile-estivo).

Quantità di pioggia stagionale disponibile?

Spuntare questa casella se le precipitazioni stagionali sono disponibili ed inserite in tabella attributi come "p". Se non sono disponibili, non spuntare la casella, verranno simulate pari a 436mm (media stagionale lombarda).

Sostanza organica del suolo/ Azoto nel suolo

Selezionare NON DISPONIBILE nel caso in cui sia la sostanza organica e l'azoto nel suolo sono ignoti. La sostanza organica verrà simulata pari al 2%.

Selezionare SOSTANZA ORGANICA DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA nel caso in cui la % di sostanza organica sia disponibile e sia stata inserita in tabella.

Selezionare AZOTO NEL SUOLO DISPONIBILE E INSERITO IN TABELLA nel caso in cui l'azoto nel suolo espresso in kg N/t sia disponibile ed inserito in tabella.

Residui della coltura precedente

Se i residui della coltura precedente sono stati asportati selezionare ASPORTATI, in questo caso gli apporti di N da coltura precedente saranno stimati pari a zero.

Se i residui della coltura precedente sono stati interrati o lasciati in campo, selezionare INTERRATI/LASCIATI IN CAMPO.

Se la coltura precedente era una cover crop, selezionare COVER CROP.

Tipologia coltura precedente

Selezionare la coltura precedente tra quelle disponibili: i valori di resa, HI, concentrazione di N dei residui e coefficiente isoumico saranno simulati per calcolare gli apporti (o le predite di N).

Per una maggiore accuratezza della stima, è possibile selezionare DATI RELATIVI INSERITI IN TABELLA, previo inserimento nella tabella degli attributi di: resa della coltura precedente (Y_ss_cp), harvest index della coltura precedente (HI_cp), concentrazione di N nei residui della coltura precedente (N_conc_z) e coefficiente isoumico della coltura precedente (k1_cp).

Se la coltura precedente è stata una cover crop, selezionare COVER CROP senza specificarne la specie (a meno che si abbiano i dati relativi e si voglia procedere con maggiore accuratezza; in questo caso

selezionare DATI RELATIVI INSERITI IN TABELLA e procedere come indicato nel paragrafo precedente (ATTENZIONE, nel caso di cover crop il parametro HI_cp non è necessario).

Mesi tra interrimento coltura precedente e raccolta coltura attuale

Selezionare il numero di mesi tra interrimento della coltura precedente e raccolta della coltura da fertilizzare.

Selezionare DATO DISPONIBILE E INSERITO IN TABELLA se il valore è stato inserito in tabella attributi.

Tipologia concime organico in presemina

Selezionare NESSUNA se non è stata effettuata concimazione organica in presemina.

Selezionare il concime utilizzato se è stata effettuata oppure deve essere effettuata la concimazione organica in presemina.

Dose concime organico in presemina (tonnellate di tal quale)

Selezionare NESSUNA se non è stata effettuata concimazione organica in presemina.

Selezionare DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA per indicare che il dato è contenuto in tabella attributi.

Selezionare DA CALCOLARE se la dose di concimazione organica in presemina deve essere effettuata e calcolata.

Selezionare BASSA per indicare una dose di concimazione organica che fornisce 125 kg N/ha, MEDIA se equivale a 187 kg N/ha mentre ALTA per una dose corrispondente a 250 kg N/ha.

La concentrazione azotata del concime organico in presemina è disponibile?

Spuntare se la concentrazione di azoto del concime organico in presemina è conosciuta ed inserita in tabella come "Conc_N_org".

Nel caso non sia conosciuta, viene simulata selezionando la tipologia di concime organico utilizzando i valori del Disciplinare di Produzione Integrata 2022.

Efficienza distribuzione concime organico in presemina

Selezionare NESSUNA se non è stata effettuata concimazione organica in presemina.

Selezionare BASSA, MEDIA o ALTA per indicare l'efficienza di distribuzione del concime organico in presemina secondo il Disciplinare di Produzione Integrata 2022 di Regione Lombardia, che individua le classi di efficienza in base all'epoca e alla modalità di distribuzione.

Tipologia concime organico annate precedenti 1

Selezionare NESSUNA se non ci sono state concimazioni organiche alle colture precedenti.

Selezionare BOVINO, SUINO/POLLINA o AMMENDANTE per indicare la tipologia di concime organico fornito alle colture precedenti.

ATTENZIONE: I letami sono considerati come ammendanti.

Il coefficiente di recupero dell'azoto da concimazioni organiche su colture precedenti deriva dal Disciplinare di Produzione Integrata 2022 di Regione Lombardia.

Dose concime organico annate precedenti 1

Selezionare NESSUNA se non ci sono state concimazioni organiche alle colture precedenti.

Selezionare DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA per indicare che il dato è contenuto in tabella attributi.

Selezionare BASSA per indicare una dose di concimazione organica pari a 125 kg N/ha, MEDIA se equivale a 187 kg N/ha e ALTA per una dose corrispondente a 250 kg N/ha.

Frequenza concimazione organica annate precedenti 1

Selezionare NESSUNA se non ci sono state concimazioni organiche alle colture precedenti.

Selezionare TUTTI GLI ANNI, OGNI 2 ANNI oppure OGNI 3 ANNI per indicare la frequenza con cui le concimazioni organiche degli anni passati sono state effettuate.

Tipologia concime organico annate precedenti 2

COMPLETARE NEL CASO SIANO STATI UTILIZZATI DUE DIVERSI CONCIMI ORGANICI ALLE COLTURE PRECEDENTI (CASO 2)

Selezionare NESSUNA se non ci sono state concimazioni organiche alle colture precedenti.

Selezionare BOVINO, SUINO/POLLINA o AMMENDANTE per indicare la tipologia di concime organico fornito alle colture precedenti.

ATTENZIONE: I letami sono considerati come ammendanti.

Il coefficiente di recupero dell'azoto da concimazioni organiche su colture precedenti è calcolato dal Disciplinare di Produzione Integrata 2022 di Regione Lombardia.

Dose concime organico annate precedenti 2

COMPLETARE NEL CASO SIANO STATI UTILIZZATI DUE DIVERSI CONCIMI ORGANICI ALLE COLTURE PRECEDENTI (CASO 2)

Selezionare NESSUNA se non c'è stata una seconda concimazione organica alle colture precedenti.

Selezionare DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA per indicare che il dato è contenuto in tabella attributi.

Selezionare BASSA per indicare una dose di concimazione organica pari a 125 kg N/ha, MEDIA se equivale a 187 kg N/ha e ALTA per una dose corrispondente a 250 kg N/ha

Frequenza concimazione organica annate precedenti 2

COMPLETARE NEL CASO SIANO STATI UTILIZZATI DUE DIVERSI CONCIMI ORGANICI ALLE COLTURE PRECEDENTI (CASO 2)

Selezionare NESSUNA se non c'è stata una seconda concimazione organica alle colture precedenti.

Selezionare TUTTI GLI ANNI, OGNI 2 ANNI oppure OGNI 3 ANNI per indicare la frequenza con cui le concimazioni organiche (caso 2) degli anni passati sono state effettuate.

Pioggia marzo-aprile maggiore di 200mm?

Spuntare la casella nel caso in cui la somma delle precipitazioni di marzo e aprile superi i 200 mm. In questo caso verranno detratti 10 kg N/ha per lisciviazione.

Azoto perso per denitrificazione

Selezionare NON DISPONIBILE se la quantità di azoto denitrificato è sconosciuta. In questo caso verranno detratti dal bilancio 5 kg N/ha per denitrificazione.

Selezionare DISPONIBILE E INSERITO IN TABELLA se la quantità di azoto denitrificato è conosciuta e inserita in tabella.

Concimazione minerale in presemina

Selezionare NESSUNA se non è stata fatta alcuna concimazione minerale in presemina.

Selezionare EFFETTUATA se è stata attuata una concimazione minerale in presemina.

Selezionare DA EFFETTUARE se la concimazione minerale in presemina deve essere effettuata e calcolata.

Dose concime minerale in presemina

Selezionare NON DISPONIBILE se non si è a conoscenza della dose di concime minerale apportato (verrà simulato un apporto di N pari a 100 kg N/ha). Selezionare NON DISPONIBILE anche se non è stata fatta alcuna concimazione minerale.

Selezionare DISPONIBILE E INSERITA IN TABELLA se la dose di concime minerale è stata aggiunta in tabella attributi (kg di concime/ha).

Selezionare DA CALCOLARE se la dose di concime minerale in presemina deve essere calcolata.

Concime minerale azotato in presemina

Selezionare NESSUNO se non è stato apportato alcun concime minerale in presemina

Selezionare il concime apportato in presemina tra quelli nella lista per il calcolo dell'azoto totale minerale apportato in presemina

Selezionare TITOLO DEL FERTILIZZANTE INSERITO IN TABELLA se il titolo del concime minerale è conosciuto ed inserito in tabella attributi come "Tit_N_pre"

Concime minerale azotato in copertura

Selezionare la tipologia di concime azotato da utilizzare per la concimazione minerale in copertura.

Selezionare TITOLO DEL FERTILIZZANTE INSERITO IN TABELLA se il titolo del concime minerale è conosciuto ed inserito in tabella attributi come "Tit_N_cop".

Frazionamento dose di N minerale tra presemina e copertura

Selezionare il tipo di frazionamento tra concime minerale in presemina e concime minerale in copertura.

Selezionare NON NECESSARIO, se non si vuole attuare concimazione minerale in presemina.

Grandezza pixel mappa di prescrizione

Selezionare la grandezza del lato (in metri) dei pixel della mappa di prescrizione VRT.

Risultati

Dose organico presemina

Mappa di prescrizione in formato vettoriale per concimazione organica in presemina.

ATTENZIONE: Disponibile se è stata spuntata la voce CONCIMAZIONE ORGANICA IN PRESEMINA DA EFFETTUARE e la voce PIANO DI CONCIMAZIONE VRT.

Dose minerale presemina

Mappa di prescrizione in formato vettoriale per concimazione minerale in presemina.

ATTENZIONE: Disponibile se è stata spuntata la voce CONCIMAZIONE MINERALE IN PRESEMINA DA EFFETTUARE e la voce PIANO DI CONCIMAZIONE VRT.

Dose minerale copertura

Mappa di prescrizione in formato vettoriale per concimazione minerale in copertura.

ATTENZIONE: Disponibile se è stata spuntata la voce PIANO DI CONCIMAZIONE VRT.

INFO

File vettoriale contenente tutte le informazioni inserite nel in input e tutte le variabili calcolate dal DSS.

Qui sotto sono riassunti i vari parametri del file di output e il loro significato:

- "Limo" = Percentuale limo suolo (%)
- "Argilla" = Percentuale argilla suolo (%)
- "Sabbia" = Percentuale sabbia suolo (%)
- "Classe_tess" = Classe di tessitura suolo
- "Tipo_prod" = Tipologia prodotto
- "Y_tq" = Resa potenziale della coltura (t/ha)
- "Sost_org" = Sostanza organica suolo (%)
- "Classe_FAO" = Classe FAO della coltura
- "N_suolo" = Concentrazione N nel suolo (kg N/t)
- "C_def" = Deficit di carbonio suolo (kg N/t)
- "Zon_ID_org" = Classificazione zone omogenee su base deficit di carbonio (per concimazione organica)
- "Zon_ID_min" = Classificazione zone omogenee su base resa potenziale (per concimazione minerale)
- "N_fb" = Azoto necessario per soddisfare il fabbisogno colturale del mais (kg N/ha)
- "N_p" = Azoto da piogge (kg N/ha)
- "N_m" = Azoto da mineralizzazione della sostanza organica (kg N/ha)
- "N_cp" = Azoto da residui della coltura precedente (kg N/ha), può essere sia positivo che negativo (positivo se apporto di N, negativo se perdita di N)
- "N_d" = Azoto denitrificato (kg N/ha)
- "N_co_cp_1" = Azoto da concimazione organiche alle colture precedenti 1 (kg N/ha)
- "N_co_cp_2" = Azoto da concimazione organiche alle colture precedenti 2 (kg N/ha)
- "Co_pred_id" = Tipologia di concime in presemina
- "Q_org_tq" = Dose concime organico presemina tal quale (t/ha)
- "N_co_pre" = Azoto disponibile da concimazione organica in presemina (kg N/ha)
- "N_min_pre" = Azoto apportato con concimazione minerale in presemina (kg N/ha)
- "N_min_cop" = Azoto apportato con concimazione minerale in copertura (kg N/ha)
- "Tit_N_pre" = Titolo N del concime minerale in presemina (%)
- "Tit_N_cop" = Titolo N del concime minerale in copertura (%)
- "Q_min_pre" = Dose concime minerale in presemina (kg/ha)
- "Q_min_cop" = Dose concime minerale in copertura (kg/ha)
- "Affidabil" = Affidabilità della stima

Versione dell'algorithm: v1