

Contatti/

INDACO₂ srl

CF/PIVA 01352070526

Sede/ Via Roma 21B, IT 53034 Colle di Val d'Elsa (SI)

T/ +39 347 1137901; +39 333 5885601– e-mail/ info@indaco2.it

Autori/ **Elena Neri, Riccardo M Pulselli, Michela Marchi**

Titolo del report/

ASSORBIMENTO DI CO₂ DI UN BAMBUSETO GESTITO DA FOREVER BAMBÙ E COLTIVATO IN ITALIA

Data/ 15 luglio 2020

Abstract/

Il presente report espone i risultati ottenuti dall' analisi elaborata da INDACO₂ degli assorbimenti di CO₂ di una piantagione media di bambù in Italia, gestita da Forever Bambù.

1. INTRODUZIONE

Con oltre 30 milioni di ettari sparsi in tutto il mondo (FAO, 2010), il bambù si sta rivelando una delle più sorprendenti risorse naturali, sia in termini economici, che in termini ambientali e di produzione di biomassa. Infatti, si tratta di una pianta resistente con accrescimenti rapidi e un elevato assorbimento di CO₂, capace di superare quello di vari tipi di foreste (INBAR, 2017).

Il bambuseto è un ecosistema verde redditizio, in grado di produrre germogli, legname e cippato a uso energetico (Coldiretti Viterbo, 2020), fornendo alle comunità locali un guadagno economico costante e, probabilmente, anche una fonte di cibo per l'uomo e il bestiame (INBAR, 2017). I bambuseti sono distribuiti in modo naturale nelle fasce climatiche tropicali e subtropicali del Pianeta e comunemente sono collocati in Africa, Asia e America centrale e meridionale (Canavan et al., 2017). Alcune specie possono anche crescere con successo nelle regioni temperate dell'Europa e del Nord America (Lobovikov et al., 2007) e in alcuni casi possono resistere anche a climi freddi con temperature intorno ai -20° C (Goyal et al., 2012).

L'Organizzazione delle Nazioni Unite, attraverso il gruppo di lavoro *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), già da diversi anni sta prendendo in esame programmi di supporto finanziario, o di agevolazione fiscale, per chi si attiva in piani di forestazione con bambù giganti nell'ambito delle strategie di mitigazione dell'effetto serra antropico (IPCC, 2018). L'Asia, ed in particolare la Cina, stanno puntando molto su questa strategia di mitigazione, poiché hanno ormai superato gli USA in emissioni di CO₂. Un ettaro di piantagione di bambù può generare più di 300 tonnellate di biomassa all'anno e, quindi, è considerato uno strumento strategico, estremamente prezioso per il sequestro del carbonio (Seethalakshmi et al., 2009).

Esistono molte linee guida internazionali per la valutazione del sequestro del carbonio nelle foreste, come per esempio quelle dell'IPCC per l'elaborazione degli inventari dei gas serra (IPCC, 2006, 2019). Tuttavia, queste linee guida standardizzate non forniscono parametri specifici per il bambù e le sue diverse specie.

La letteratura fornisce vari studi relativi all'accrescimento della biomassa di bambù nelle aree tropicali e subtropicali (Isagi et al., 1997; Yuen et al., 2017), tuttavia è difficile venire in possesso di dati che caratterizzano le piantagioni realizzate ai climi temperati. Per esempio, non è stato rinvenuto nessuno studio sui bambuseti in Italia.

Nel presente studio è stato elaborato un modello *ad hoc* in grado di stimare la quantità di CO₂ stoccata in una piantagione di bambù, della specie *Phyllostachys edulis* (detto anche *Phyllostachys pubescens* o comunemente *Moso*), in Italia. Lo studio si è sviluppato seguendo i seguenti steps:

- 1) Raccolta dei dati relativi ad una piantagione di 1 ettaro (ha) di *Moso* in Italia;
- 2) Sviluppo di un modello rivolto a quantificare l'accumulo di carbonio nella biomassa della pianta e dell'intero bambuseto, con un ciclo vitale di 100 anni e tagli periodici di 1/3 del bosco a partire dall'ottavo anno di vita delle piante.
- 3) Confronto dei risultati ottenuti con la letteratura attualmente disponibile.

2. METODOLOGIA

2.1 Realizzazione del modello

La maggior parte dei modelli presenti in letteratura è stata realizzata utilizzando campioni prelevati in Cina, India, Giappone e Taiwan (Isagi et al., 1997; Yuen et al., 2017). Lo sviluppo di nuovi modelli per il calcolo della biomassa stoccata nel bambù è necessario per comprendere le dinamiche che interessano questo tipo di foreste. Come primo approccio, è consigliabile utilizzare delle equazioni allometriche già precedentemente testate e pubblicate (Huy e Long, 2019). Il bambù sequestra una consistente quantità di carbonio (C) nella biomassa aerea o epigea (**AGB**), in quella sotterranea o ipogea (**BGB**) e nella lettiera (**Bli**) (Ly et al., 2012). Per quantificare la biomassa aerea stoccata nel *Phyllostachys edulis* è stata utilizzata l'equazione allometrica (Eq.1), sviluppata a Taiwan da Li et al. (2016):

$$\mathbf{AGB} = \mathbf{0,262} \times (\mathbf{D}^2\mathbf{H})^{0,9215} \quad (\text{Eq.1})$$

dove

- **AGB**, biomassa aerea o epigea (*Above-Ground Biomass*), kg di sostanza secca;
- **D**, diametro dei culmi all'altezza del petto, cm;
- **H**, altezza dei culmi, m.

Il valore ottenuto deve essere moltiplicato per il numero di culmi, in modo tale da quantificare la biomassa aerea, che costituisce l'intera pianta. Successivamente, questa biomassa è stata suddivisa nelle sue componenti, considerando le rispettive percentuali di ripartizione: i culmi sono circa l'84% del peso totale, i rami il 12% e le foglie il 5% (Isagi et al., 1996).

La biomassa sotterranea (rizomi e radici) è stata calcolata applicando l'equazione (Eq.2), proposta nelle linee guida IPCC (2006):

$$\mathbf{BGB} = \mathbf{RSR} \times \mathbf{AGB} \quad (\text{Eq.2})$$

dove

- **BGB**, biomassa sotterranea o ipogea (*Below-Ground Biomass*), kg di sostanza secca (s.s.);
- **RSR**, rapporto tra la biomassa ipogea ed epigea (*Root-Shoot Ratio*), kg radici s.s./kg germogli s.s.);
- **AGB**, biomassa aerea o epigea (*Above-Ground Biomass*), kg di sostanza secca (s.s.).

Ogni specie di bambù presenta differenti valori di **RSR** (*Root-Shoot Ratio*); in particolare il *Phyllostachys edulis* mostra un RSR medio pari a 0,42 kg radici s.s./kg germogli s.s.), come riportato su Huy e Long (2019).

La biomassa totale del *Phyllostachys edulis* (composta da parte aerea + parte radicale + materia organica nella lettiera), è stata quantificata applicando l'equazione (Eq. 3), estrapolata da Yiping et al. (2010):

$$\mathbf{TB} = \mathbf{0,2134} \times \mathbf{D}^{-0,5805} \times \mathbf{H}^{2,3131} \quad (\text{Eq.3})$$

dove

- **TB**, biomassa totale (**TB = AGB + BGB + Bli**), kg di sostanza secca;
- **D**, diametro dei culmi all'altezza del petto, cm;
- **H**, altezza dei culmi, m.

La biomassa nella lettiera (**Bli**) corrisponde a: **Bli = TB – AGB – BGB**.

Per ottenere il peso fresco della biomassa, a partire da quello secco precedentemente calcolato (Eq.1-3), è stata utilizzata la percentuale di umidità nelle varie parti della pianta di bambù nelle differenti fasce di età (Tabella 1).

Tabella 1. Percentuale di umidità nella biomassa del bambù.

Parti della pianta	% di umidità nella biomassa				
	1 anno	2-3 anni	> 3 anni	Valore medio	Fonte del dato
Culmi	66,41	34,72	30,22	43,78	Teshoma, 2019
Rami	25,00	29,03	28,18	27,40	Teshoma, 2019
Foglie	57,78	56,80	53,55	56,04	Teshoma, 2019
Rizomi e radici				71,80	Lies e Köhl, 2015
Pianta totale				51,11	Calcolato

La quantità di carbonio (C) stoccato nella biomassa del bambù è stata stimata considerando la frazione di C nella sostanza secca, presente nelle differenti parti della pianta a seconda dell'età (Tabella 2).

Tabella 2. Percentuale di carbonio (C) nella sostanza secca del bambù.

Parti della pianta	% di C nella sostanza secca				
	1-2 anni	3-4 anni	> 5 anni	Valore medio	Fonte del dato
Culmi	46,26	46,38	46,30	46,31	Amoah et al., 2020
Rami	45,79	45,50	45,44	45,52	Amoah et al., 2020
Foglie	41,50	41,77	41,49	41,55	Amoah et al., 2019
Rizomi e radici				42,45	Isagi et al., 1997
Pianta totale				43,45	Calcolato

Infine, per trasformare il carbonio stoccato in anidride carbonica (CO₂) assorbita, è stato utilizzato il fattore di conversione 44/12, che corrisponde al rapporto tra il peso molecolare della CO₂ (44) e il peso atomico del carbonio (12).

Una volta effettuati i calcoli per una pianta, i valori sono stati estesi all'area di coltivazione di 1 ha.

3. RISULTATI

3.1 Il caso studio del *Phyllostachys edulis* di Forever Bambù in Italia

Le informazioni biologiche sul bambù *Phyllostachys edulis* analizzato in questo studio sono state fornite dal personale esperto di *Forever Bambù Holding srl*, basate su esperienza diretta e stime.

La Tabella 3 mostra le caratteristiche morfologiche di questo bambù e i dettagli del suo accrescimento.

Le piante crescono velocemente nel tempo, raggiungendo l'età adulta circa al sesto anno di vita; all'ottavo anno i culmi sono maturi, quindi pronti per essere sottoposti a taglio. Nell'arco di soli 3-4 mesi dal taglio, i nuovi germogli raggiungono la stessa altezza e diametro dei culmi precedentemente tagliati. Questo significa che nell'arco dello stesso anno del taglio, la foresta è completamente rigenerata.

Tabella 3. Caratteristiche del *Phyllostachys edulis*, coltivato in Italia
(dati: *Forever Bambù Holding srl*).

Anno	Caratteristiche		
	Diametro mm	n. culmi	Altezza m
1	4	7	0,8
2	8	20	1,5
3	15	100	2,5
4 (diradamento)	30	20	4
5	55	30	7
6	90	16	15
7	95	16	17,5
8 (TAGLIO)	100	16	17,5
9	100	16	17,5
10	100	16	17,5

In una superficie di 1 ha sono presenti circa 1.200 piante; per ogni pianta sono dedicati circa 8 m², inoltre, in 1 m² di piantagione sono fatti crescere 3 culmi (i.e. approccio cautelativo). Dal sesto anno in poi il numero di culmi per pianta è 16.

Il tempo di vita massimo del bambusetto è di circa 100 anni, in quanto la sua fioritura gregaria avviene al centesimo anno dalla piantumazione. Dopo 8 anni dalla messa in campo, l'ettaro di foresta gestito da Forever Bambù è tagliato per 1/3 della sua superficie ogni anno, in modo tale che la parte rimanente della piantagione favorisca l'affermazione e il supporto dei nuovi germogli, grazie alla comunicazione attraverso i rizomi. La piantagione di 1 ha, quindi, dopo 3 anni è completamente rinnovata. Lo stesso tipo di gestione sarà applicata negli anni successivi fino al momento della fioritura gregaria, che porterà alla morte delle piante.

3.2 Carbonio e CO₂ stoccata nella biomassa

3.2.1 Pianta di bambù

Applicando il modello delle equazioni riportate nel par. 2.1 e ai dati della Tabella 3, è stata ottenuta la quantità di biomassa secca stoccata in una pianta di *Phyllostachys edulis* (Tabella 4).

Nella tabella è possibile osservare che nei culmi è presente circa il 42% della biomassa secca totale della pianta, mentre il 28% si trova nella materia organica dispersa nella lettiera. La parte radicale riveste il 21% della biomassa secca totale, mentre i rami e le foglie hanno un minor peso (6% e 2%, rispettivamente).

Tabella 4. Biomassa stoccata in una pianta di *Phyllostachys edulis*, coltivata in Italia.

Anno	Biomassa epigea	Biomassa nei rami	Biomassa nelle foglie	Biomassa nei culmi	Biomassa sotterranea	Biomassa nella lettiera	Biomassa totale
	AGB	RAMI	FOGLIE	CULMI	BGB	Bli	TB
	kg biomassa s.s./pianta						
1	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	1,48	1,52
2	0,50	0,06	0,02	0,42	0,21	11,69	12,41
3	12,87	1,49	0,58	10,80	5,43	122,13	140,43
4	14,24	1,65	0,64	11,95	6,01	35,46	55,70
5	109,31	12,64	4,95	91,72	46,13	59,01	214,45
6	291,65	33,72	13,21	244,72	123,08	86,23	500,95
7	371,39	42,94	16,82	311,63	156,72	165,34	693,45
8	408,21	47,19	18,49	342,52	172,26	92,64	673,11
9	408,21	47,19	18,49	342,52	172,26	92,64	673,11
10	408,21	47,19	18,49	342,52	172,26	92,64	673,11

Per avere un ordine di grandezza, seguendo le indicazioni riportate in Tabella 4 e Tabella 1, è possibile stimare che il peso fresco di un culmo a maturità (i.e. a 8 anni di vita) è di circa 33 kg.

Le Tabelle 5 e 6 mostrano, rispettivamente, i quantitativi di carbonio (C) e di anidride carbonica (CO₂) stoccati in una pianta di bambù.

Tabella 5. Carbonio (C) accumulato in una pianta di *Phyllostachys edulis*.

Anno	C nella biomassa epigea	C nella biomassa nei rami	C nella biomassa nelle foglie	C nella biomassa nei culmi	C nella biomassa sotterranea	C nella biomassa nella lettiera	C nella biomassa totale
	kg C/pianta	kg C/pianta	kg C/pianta	kg C/pianta	kg C/pianta	kg C/pianta	kg C/pianta
1	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,64	0,66
2	0,23	0,03	0,01	0,20	0,09	5,07	5,40
3	5,93	0,68	0,24	5,01	2,31	52,85	61,09
4	6,56	0,75	0,27	5,54	2,55	15,12	24,23
5	50,26	5,74	2,05	42,46	19,58	23,29	93,14
6	134,10	15,32	5,48	113,30	52,25	31,21	217,56
7	170,76	19,51	6,98	144,27	66,53	63,87	301,16
8	187,69	21,45	7,67	158,58	73,13	31,51	292,33
9	187,69	21,45	7,67	158,58	73,13	31,51	292,33
10-100	187,69	21,45	7,67	158,58	73,13	31,51	292,33

Tabella 6. CO₂ accumulata in una pianta di *Phyllostachys edulis*.

Anno	CO ₂ nella biomassa epigea	CO ₂ nella biomassa nei rami	CO ₂ nella biomassa nelle foglie	CO ₂ nella biomassa nei culmi	CO ₂ nella biomassa sotterranea	CO ₂ nella biomassa nella lettiera	CO ₂ nella biomassa totale
	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta	kg CO ₂ /pianta
1	0,05	0,01	0,00	0,04	0,02	2,35	2,42
2	0,85	0,10	0,03	0,72	0,33	18,60	19,79
3	21,74	2,48	0,89	18,36	8,45	193,79	223,98
4	24,05	2,75	0,99	20,32	9,35	55,44	88,85
5	184,29	21,06	7,53	155,70	71,80	85,40	341,50
6	491,70	56,18	20,09	415,42	191,57	114,45	797,72
7	626,13	71,54	25,59	529,00	243,94	234,19	1.104,26
8	688,21	78,64	28,12	581,45	268,13	115,53	1.071,87
9	688,21	78,64	28,12	581,45	268,13	115,53	1.071,87
10-100	688,21	78,64	28,12	581,45	268,13	115,53	1.071,87

Una pianta media di bambù, a partire dall'ottavo fino al centesimo anno di vita, accumula nella sua biomassa epigea circa 688 kg CO₂/anno (i.e. 956 kg CO₂/anno considerando la biomassa totale). Dall'età di 8 anni in poi, saranno assorbiti circa 43 kg CO₂/ (culmo anno) considerando solo la biomassa epigea, invece 60 kg CO₂ / (culmo anno) considerando sia la biomassa epigea che ipogea (i.e. escludendo la lettiera).

3.2.2 Ettaro di bambusetto

I risultati ottenuti per 1 pianta sono stati moltiplicati per il numero di piante ad ettaro (i.e. 1200). La quantità di carbonio stoccata in 1 ha di bambusetto è mostrata in Tabella 7.

Tabella 7. Carbonio (C) accumulato in 1 ha di bambusetto con *Phyllostachys edulis*.

Anno	C nella biomassa epigea	C nella biomassa nei rami	C nella biomassa nelle foglie	C nella biomassa nei culmi	C nella biomassa sotterranea	C nella biomassa nella lettiera	C nella biomassa totale
	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha
1	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,77	0,79
2	0,28	0,03	0,01	0,24	0,11	6,09	6,48
3	7,11	0,81	0,29	6,01	2,77	63,42	73,30
4	7,87	0,90	0,32	6,65	3,06	18,14	29,08
5	60,31	6,89	2,46	50,96	23,50	27,95	111,76
6	160,92	18,39	6,58	135,96	62,69	37,46	261,07
7	204,92	23,41	8,37	173,13	79,84	76,64	361,40
8	225,23	25,74	9,20	190,29	87,75	37,81	350,79
9	225,23	25,74	9,20	190,29	87,75	37,81	350,79
10-100	225,23	25,74	9,20	190,29	87,75	37,81	350,79

I valori medi, ottenuti per un ciclo vitale di 10 anni, sono stati confrontati con quelli rinvenuti in letteratura (Tabella 8). I risultati estrapolati dal modello elaborato in questo studio sono perfettamente in linea con quelli riportati in Huy e Long (2019), nonostante che alcuni valori siano moderatamente più elevati (e.g. biomassa aerea e radicale). Probabilmente questo è dovuto alla specie analizzata, infatti, Huy e Long (2019) prendono in considerazione anche specie con minore accrescimento di biomassa.

Tabella 8. Confronto con la letteratura dei valori ottenuti in questo studio per il carbonio (C) accumulato mediamente in 1 ha di bambusetto nei primi 10 anni.

Parti della pianta	Valori medi in Huy e Long (2019)	Questo Studio
	t C/ha	t C/ha
Biomassa aerea	16-128	111
Biomassa radicale	8-64	43
Biomassa nella lettiera	70-200	34
Biomassa Totale	94-392	190

Il confronto del modello costruito in questo studio con i dati attualmente disponibili in letteratura ci permette di effettuare almeno una preliminare validazione dei risultati ottenuti, considerandoli quindi valevoli con ragionevole fiducia.

In Tabella 9 è riportata la CO₂ stoccata in 1 ha di bambusetto.

Tabella 9. CO₂ accumulata in 1 ha di bambusetto da *Phyllostachys edulis*.

Anno	CO ₂ nella biomassa epigea	CO ₂ nella biomassa nei rami	CO ₂ nella biomassa nelle foglie	CO ₂ nella biomassa nei culmi	CO ₂ nella biomassa sotterranea	CO ₂ nella biomassa nella lettiera	CO ₂ nella biomassa totale
	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha	t CO ₂ /ha
1	0,06	0,01	0,00	0,05	0,02	2,83	2,90
2	1,02	0,12	0,04	0,86	0,40	22,33	23,74
3	26,09	2,98	1,07	22,04	10,14	232,55	268,78
4	28,86	3,30	1,19	24,38	11,22	66,53	106,62
5	221,15	25,27	9,04	186,85	86,16	102,48	409,80
6	590,04	67,42	24,11	498,51	229,88	137,34	957,26
7	751,36	85,85	30,70	634,80	292,73	281,03	1.325,12
8	825,86	94,37	33,75	697,74	321,75	138,63	1.286,24
9	825,86	94,37	33,75	697,74	321,75	138,63	1.286,24
10-100	825,86	94,37	33,75	697,74	321,75	138,63	1.286,24

Considerando la biomassa aerea (i.e. rami+foglie+culmi) dall'ottavo anno, momento in cui viene effettuato il taglio di 1/3 dei culmi, in poi **la CO₂ accumulata nella biomassa epigea raggiunge 826 t CO₂/ha, che, se riportato a m² è pari a 83 kg CO₂/m².**

Considerando invece l'intera pianta, compresa di rami, foglie, culmi e radici, escludendo la lettiera (i.e. CO₂ nella biomassa totale – CO₂ nella biomassa nella lettiera), dall'ottavo anno di vita in poi **la CO₂ accumulata nella biomassa epigea e ipogea raggiunge 1148 t CO₂/ha, che, se riportato a m² è pari a 115 kg CO₂/m²**

.Questo valore è in linea a quelli riscontrati in letteratura per bambuseti con specie giganti; infatti, in un'analisi effettuata in Uganda è stato stimato un assorbimento di 267,2 kg CO₂/m² (<https://bamboovillageuganda.com/carbon-footprint/>). Il quantitativo di assorbimento calcolati in questo studio è moderatamente più basso rispetto a quello rinvenuto per l'Uganda, probabilmente a causa della fascia climatica nella quale avviene la coltivazione. Tuttavia la differenza è minima, considerando l'elevato livello di incertezza che caratterizza i modelli previsionali sull'accrescimento della biomassa in ecosistemi verdi; per tale motivo una variazione percentuale inferiore al 25% può considerarsi poco significativa.

La Figura 1 mostra la quantità di CO₂ distribuita annualmente in 1 ha di bosco di *Phyllostachys edulis* giunto a maturità (ottavo anno), impiantato in Italia e gestito da Forever Bambù, e riporta i valori ottenuti in questo studio, relativi allo stock di CO₂ nell'ecosistema.

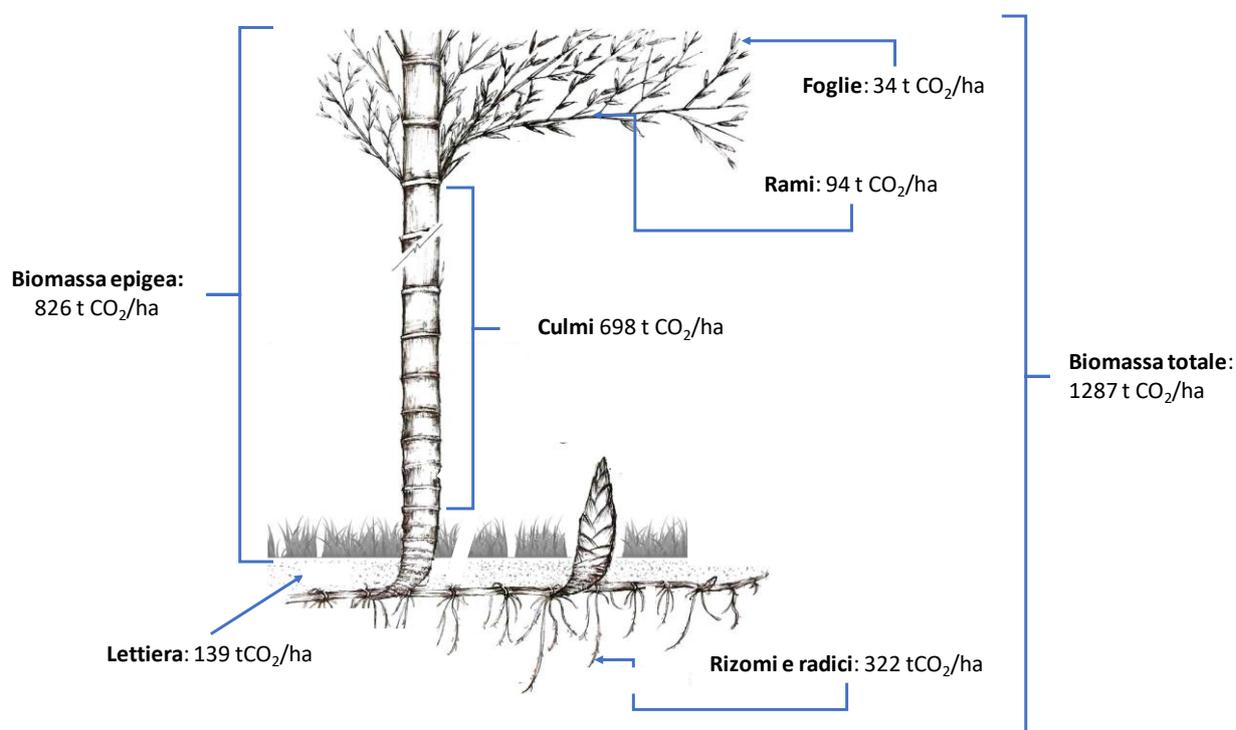


Figura 1. Distribuzione della CO₂ assorbita annualmente in 1 ha di bambusetto adulto

Poiché all'ottavo anno di vita il bambù raggiunge la maturità, il sistema forestale attraversa una condizione di stato stazionario, nella quale la CO₂ stoccata nella biomassa rimane costante e, quindi, il tasso di crescita è bilanciato dal quello di respirazione. **Nel caso in cui il bosco non fosse gestito, quindi non tagliato, l'assorbimento di CO₂ (al netto della respirazione) sarebbe vicino a zero dall'ottavo anno in poi.**

Nel caso in cui il bosco sia sottoposto a cicli di taglio, come nel caso delle piantagioni di Forever Bambù, l'incremento annuo del bosco aumenta notevolmente, poiché i nuovi germogli acquisiscono i volumi dei culmi tagliati nell'arco di pochi mesi.

Nell'ottica di stimare dei quantitativi anche nei prodotti della coltivazione, in Tabella 10 è stata calcolata la quantità di CO₂ nel legno rimosso con i tagli, attraverso l'incremento annuo della biomassa epigea (i.e. stock

di CO₂ nella biomassa epigea dell'anno 2 - stock di CO₂ nella biomassa epigea dell'anno 1 e così via), il tasso di rimozione annuale del legname (i.e. legno tagliato in 1 anno) e la CO₂ stoccata negli anni nel legno complessivamente tagliato (i.e. CO₂ stoccata nel legno tagliato all'anno 7 + CO₂ stoccata nel legno tagliato all'anno 8 e così via). L'incremento annuo della biomassa epigea non raggiunge mai lo zero (anche se nella colonna dello stock il valore è costante dall'ottavo anno in poi) perché il bosco tagliato è rinnovato di 1/3 e si porta dietro l'incremento della nuova porzione, che ricresce rapidamente, entro lo stesso anno.

Tabella 10. CO₂ stoccata nel bambusetto e nel legno rimosso dal bosco.

Anno	Stock di CO ₂ nella biomassa epigea del bosco	Incremento annuo della biomassa epigea	CO ₂ stoccata nel legno rimosso in 1 anno	CO ₂ stoccata nel legno rimosso nel tempo
	t CO ₂ /ha	t CO ₂ / (ha anno)	t CO ₂ / (ha anno)	t CO ₂ /ha
1	0,06	0,00	0,00	0,00
2	1,02	0,97	0,00	0,00
3	26,09	25,07	0,00	0,00
4	28,86	2,78	0,00	0,00
5	221,15	192,29	0,00	0,00
6	590,04	368,89	0	0,00
7	751,36	161,32	0	250,45
8	825,86	324,95	250,45	525,74
9	825,86	275,29	275,29	801,02
10	825,86	275,29	275,29	1.076,31
11	825,86	275,29	275,29	1.351,59
12	825,86	275,29	275,29	1.626,88
100	825,86	275,29	275,29	25.576,68

In Figura 2 è riportata la rappresentazione grafica delle dinamiche estrapolate dal modello. In particolare sono rappresentate la quantità di CO₂ accumulata nella parte epigea del bambusetto, l'incremento annuo della biomassa aerea, la CO₂ stoccata annualmente nel legname prelevato dal bosco e nel legname raccolto nel tempo.

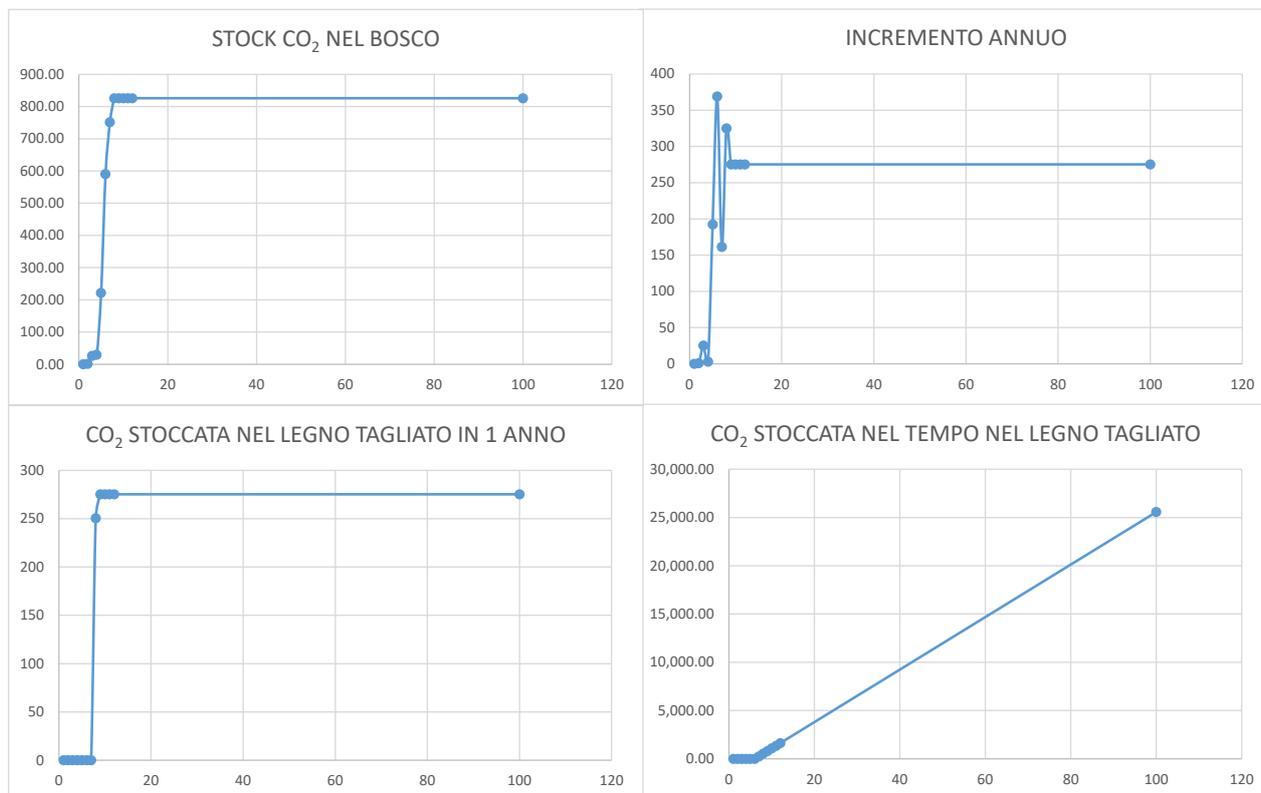


Figura 2: Rappresentazione grafica della CO₂ stoccata nel bambuseto e nel legno rimosso dal bosco.

La CO₂ stoccata nel legname rimosso nel tempo dal bambuseto assumerà valori elevati nel caso in cui il legno venisse utilizzato in opere durevoli (come per esempio mobili, edilizia, utensili), ma leggermente inferiori se venisse impiegato per la fabbricazione di carta, la quale tuttavia potrebbe essere riciclata.

La Tabella 11 è riportata il tasso annuo di assorbimento di CO₂ da parte di differenti sistemi forestali, in cui la vegetazione ha raggiunto la maturità. Come possiamo notare il contributo dato da 1 ha di bambuseto in un anno solare è notevolmente maggiore rispetto a quello rilevato per altre essenze arboree, che si sviluppano nella fascia climatica temperata.

Tabella 11. CO₂ assorbita annualmente da differenti foreste mature.

Tipi di vegetazione	Gestione forestale	Tasso di assorbimento annuo a maturità delle foreste	Fonte del dato
		t CO ₂ / (ha anno)	
Abete	Fustaia	24,20	REGES, 2018
Larice	Fustaia	24,20	
Pino	Fustaia	16,02	
Cipresso	Fustaia	16,72	
Castagno	Fustaia	9,00	
	Ceduo	8,76	

Faggio	Fustaia	9,80	
	Ceduo	8,49	
Roverella	Fustaia	6,91	
	Ceduo	7,08	
Cerro	Fustaia	9,41	
	Ceduo	6,50	
Leccio	Fustaia	8,53	
	Ceduo	7,97	
Pioppo	Arboricoltura	9,89	
Macchia arborea	-	3,34	
Macchia arbustiva	-	4,02	
Bosco misto	Misto	7,74	
Bambù (<i>Phyllostachys edulis</i>)	Taglio 1/3 a 8 anni	275	

Un bambuseto di 1 ha, con *Phyllostachys edulis* maturo e gestito con cicli periodici di taglio, preleva annualmente dall'atmosfera una quantità di anidride carbonica **36 volte maggiore rispetto ad un bosco misto** di conifere e latifoglie: 275 t CO₂/ (ha anno) vs 7,74 t CO₂/ (ha anno).

4. CONCLUSIONI

Il modello elaborato in questo studio fornisce la prima valutazione relativa all'accumulo di biomassa stoccata in un bosco di bambù gigante, impiantato in Italia e gestito da Forever Bambù. Lo studio stima anche la concentrazione di CO₂ prelevata dall'atmosfera e accumulata nel bambuseto, considerando la parte epigea delle piante, quella ipogea e la sostanza organica dispersa nella lettiera.

I risultati evidenziano che un ettaro di bambuseto accumula nella sua biomassa epigea ed ipogea circa 115 kg CO₂/m². Ha un tasso di assorbimento annuo a maturità (cioè a 826.459,36 t CO₂/ha. Se ben gestito e sottoposto a cicli periodici di taglio, il bambù gigante rimuove annualmente dall'atmosfera una quantità di anidride carbonica 36 volte maggiore rispetto ad un bosco misto, costituito da alberi di conifere e di latifoglie. Per avere una visione più completa dell'intero sistema produttivo, in ottica di un percorso verso un miglioramento continuo in termini di sostenibilità ambientale e ottimizzazione dei processi, sarebbe opportuno implementare i risultati ottenuti, che riguardano solamente la parte "naturale" del sistema, con uno studio relativo alla parte "antropica" della gestione del bambuseto (e.g. consumi di gasolio, acqua, prodotti). Essendo il taglio e la manutenzione generale delle pratiche necessarie al mantenimento di alti standard di salute della piantagione e conseguente assorbimento e stock di CO₂, e generando queste delle emissioni, **si raccomanda un'analisi specifica relativa agli impatti prodotti (i.e. Carbon Footprint), attraverso una Life Cycle Assessment (LCA). A questo punto, i risultati di assorbimenti ed emissioni potrebbero essere così integrati in un unico valore, la Carbon Footprint Offset, ed essere ampiamente utilizzati per comunicazione e green marketing, sia per il sistema di coltivazione che per il prodotto finale.**

BIBLIOGRAFIA

- Amoah, M., Assan F., Dadzie, P.K., 2020. Aboveground biomass, carbon storage and fuel values of *Bambusa vulgaris*, *Oxyantheria abbyssinica* and *Bambusa vulgaris var.vitata* plantations in the Bobiri forest reserve of Ghana. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(2), 113–136.
- Bambùtigre, 2020. Il mondo del Bambù – Il Bambù made in Italy, pp. 41.
- Canavan, S., Richardson, D.M., Visser, V., Le Roux, J.J., Vorontsova, M.S., Wilson, J.R.U., 2017. The global distribution of bamboos: assessing correlates of introduction and invasion. *AoB PLANTS*, 9(1), plw078.
- Coldiretti Viterbo, 2020. Coldiretti Viterbo ospita il Consorzio Bambù Italia. <https://viterbo.coldiretti.it/coldiretti-viterbo-ospita-il-consorzio-bambu-italia/>
- Dalagnol, R., Wagner, F.H., Galvão, L.S., Nelson, B.W., Aragão, L.E.O.C., 2018. Life cycle of bamboo in the southwestern Amazon and its relation to fire events. *Biogeosciences*, 15, 6087-6104.
- FAO, 2010. Global forest resources assessment. FAO (Food and Agricultural Organization), Rome, Italy.
- Forever Bambù, 2020. <https://www.foreverbambu.com/>
- Goyal, A.K., Ghosh, P.K., Dubey, A.K., Sen, A., 2012. Inventorying bamboo biodiversity of North Bengal: a case study. *International Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 1(1), 5-8.
- Goyal, A.K., Ghosh, P.K., Dubey, A.K., Sen, A., 2012. Inventorying bamboo biodiversity of North Bengal: a case study. *International Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 1(1), 5-8.
- Huy, B., Long, T.T., 2019. A manual for bamboo forest biomass and carbon assessment. International Bamboo and Rattan Organisation (INBAR). Report.
- INBAR, 2017. International Bamboo and Rattan Organisation – Annual Report.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Program. IGES, Japan.
- IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.
- IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In: Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Isagi, Y., Kawahara, T., Kamo, K., Ito, H., 1997. Net production and carbon cycling in a bamboo *Phyllostachys pubescens* stand. *Plant Ecology*, 130, 41–52.
- Kaushal, R., Kumar, A., Jayaraman, D., Mandal, D., Rao, I.V.R., Dogra, P., Alam, N.M., Gupta, A., Tomar, J.M.S., Singh, D.V., Mehta, H., Mishra, P.K., 2018. Research methodologies for field monitoring, analysis and evaluation of resource conservation aspects of bamboos. *INBAR*, 9(4), 124.
- Lies, W., Köhl, M., 2015. Bamboo: the plant and its uses. Book, Springer, London.
- Lobovikov, M., Paudel, S., Piazza, M., Ren, H., Wu, J., 2007. World bamboo resources: a thematic study prepared in the framework of the global forest resources assessment 2005. Rome: FAO, INBAR.
- Ly, P., Pillot, D., Lamballe, P., de Neergaard, A., 2012. Evaluation of bamboo as an alternative cropping strategy in the northern central upland of Vietnam: above-ground carbon fixing capacity, accumulation of soil organic carbon, and socio-economic aspects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149, 80-90.
- REGES, 2018. Bilancio delle emissioni dei gas ad effetto serra per il territorio della Provincia di Siena – Verifica e Certificazione. Anno 2018. Report.
- Seethalakshmi, K.K., Jijeesh, C.M., Balagopalan, M., 2009. Bamboo plantations: an approach to Carbon sequestration. *Proceedings of National Workshop on Global Warming and its Implications for Kerala*.
- Tariyal, K., 2016. Bamboo as a successful carbon sequestration substrate in Uttarakhand: a brief analysis. *International Journal of Current Advanced Research*, 5(4), 736-738.

- Teshoma, U., 2019. Carbon Storage Potential of Ethiopian Highland Bamboo (*Arundinaria alpina* (K. schum): A Case Study of Adiyi Woreda, South West Ethiopia. International Journal of environmental Sciences and Natural Resources, 16(5), 109-119.
- Yiping, L., Yanxia, L., Buckingham, K., Henley, G., Guomo, Z., 2010. Bamboo and climate change mitigation. Technical Report No. 32. The International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), p. 47.
- Yuen, J.Q., Fung, T., Ziegler, A.D., 2017. Carbon stocks in bamboo ecosystem worldwide: estimates and uncertainties. Forest Ecology and Management, 393, 113-138.

Contatti

INDACO2 srl

Referente #1: Elena Neri – elena.neri@indaco2.it T/347 1137901

Referente #2: Riccardo M Pulselli – riccardo.pulselli@indaco2.it T/333 5885601



www.indaco2.it

info@indaco2.it

—
Le informazioni contenute in questo report sono riservate e confidenziali e ne è vietata la diffusione.

Per qualsiasi informazione si prega di contattare info@indaco2.it

Rif.L.196/2003