

**REGIONE PUGLIA
DIPARTIMENTO AGRICOLTURA
SVILUPPO RURALE E AMBIENTALE
SEZIONE COMPETITIVITÀ DELLE
FILIERE AGROALIMENTARI**

Deliberazione della Giunta Regionale n. 2171 del
12/12/2017

Linee guida per la promozione di iniziative di
ricerca e sperimentazione per la coltivazione della
canapa a fini produttivi e ambientali

PROGETTO CARTANAPA

RELAZIONE FINALE

1 – Il progetto CARTANAPA	3
1.1 – Dati generali.....	3
1.2 – Gli altri soggetti partecipanti al progetto	4
2 – La Masseria Carmine	6
2.1 – La storia e i danni da inquinamento ambientali dell’Ilva.....	6
2.2 – Riconversione aziendale	7
2.3 - Caratteristiche del territorio di interesse.....	8
3 – La coltivazione della canapa sativa come opportunità per il miglioramento dei suoli agricoli del meridione ed il rilancio di una economia agricola ecosostenibile	10
4- Lotto di coltivazione.....	11
5 – Scelta delle varietà di canapa sativa.....	12
5.1 – Var. Futura 75	12
6- Medie climatiche Taranto ed epoca di semina	13
7 – Metodo colturale	15
8 - Operazioni colturali	16
8.1 – Lavori di preparazione del terreno.....	16
8.2 – Concimazione organica (letamazione).....	16
8.3 – Diserbo meccanico.....	17
8.4 – Semina.....	18
8.4.1 - Caratteristiche dei semi.....	18
8.4.2 - Sesti e distanze per produzione fibra	18
8.5 – Irrigazione	18
8.6 – Raccolta (fibra + canapulo).....	19
9 - Lavori post-raccolta	21
9.1 – Stigliatura per la separazione della fibra dal canapulo.....	21
9.2 – Macerazione della fibra.....	22
9.3 – Lavorazione delle fibre macerate e produzione di carta	23
9.4 Studio dei metalli presenti in campioni di canapa coltivata nelle aree agricole contigue all’impianto Ilva di Taranto.	33
10 CONCLUSIONI.....	35

1 – Il progetto CARTANAPA

1.1 – Dati generali

Il progetto **CARTANAPA** proposto dalla ARGECO TECNOLOGIE ECO APPROPRIATE SRLS di Camaiole (LU) in qualità di capofila di una ATS costituita con Without Waste Bio-Loop di San Casciano Terme (PI) e con MULINO L'ANTICA MACINA di Magazzese Salamida Tommaso di Martina Franca (TA), è un intervento a carattere pilota finanziato dalla Regione Puglia con legge regionale 6 giugno 2017, n. 21 “Promozione della coltivazione della canapa per scopi produttivi e ambientali” (Progetti di ricerca ed innovazione e interventi a carattere pilota), in cui la ARGECO srls si è classificata al primo posto della graduatoria “interventi pilota” con punti 99/100.

Con tale normativa la Regione Puglia, nell'ambito delle politiche di multifunzionalità e sostenibilità delle produzioni agricole e nel rispetto della normativa europea e statale, promuove la coltivazione e la trasformazione della canapa (*Cannabis sativa* L.) nel territorio pugliese e la sua successiva commercializzazione, quale coltura in grado di contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale in agricoltura, del consumo dei suoli, della desertificazione e della perdita di biodiversità; nonché come alternativa culturale a colture eccedentarie.

Il contributo per il progetto è stato riconosciuto ai sensi dell'art. 2, (comma 1 lettera a-4) agli interventi di ricerca a carattere pilota, principalmente orientati al riutilizzo delle biomasse provenienti dal processo di fitodepurazione ad alla coltivazione della canapa a fini fitodepurativi per la bonifica dei terreni inquinati.

In riferimento alla capacità fitodepurativa della canapa sativa, infatti, esistono varie pubblicazioni di lavori di studiosi ricercatori che indicano come l'accumulo degli inquinanti sottratti al suolo dalla pianta si abbia soprattutto a livello degli organi radicali, fogliari e apici caulinari, salvando in buona parte la fibra dello stelo che di conseguenza può essere adoperata per processi produttivi come ad esempio la “carta di canapa”.

Col progetto **CARTANAPA**, alla luce di queste evidenze la ARGECO TECNOLOGIE ECO APPROPRIATE SRLS intende verificare l'eventuale assenza di elementi inquinanti (soprattutto metalli pesanti e diossina) nella fibra di canapa coltivata su un appezzamento di terreno inquinato dell'area confinante con l'ILVA di Taranto (SIN Taranto) ipotizzando un utilizzo della canapa nei vari settori non alimentari come la carta di pregio, quello tessile, della bioedilizia, per la ricerca e la produzione, in particolare, di pannelli isolanti fonoassorbenti, manufatti prefabbricati, mattoni, malte per intonaci e nell'industria automobilistica., nelle 2 ipotesi di:

1. fibra esente da inquinanti o con un livello trascurabile e pertanto non dannoso alla salute;
2. fibra che sia possibile trattare con processi di depurazione per l'eliminazione degli inquinanti contenuti.

La durata del progetto è di max 18 mesi.

1.2 – Gli altri soggetti partecipanti al progetto

Il soggetto proponente del progetto è la ARGECO TECNOLOGIE ECO APPROPRIATE SRLS, Startup innovativa con sede in Camaiore CAP 55041 Via Gusceri 1 (LU), P. IVA 02470680469, <https://argeco.systems/>, legale rappresentante ing. Giuseppe Vitiello.

La società ARGECO TECNOLOGIE ECO APPROPRIATE SRLS ha sviluppato, in collaborazione con WITHOUT WASTE BIO-LOOP S.R.L, un processo di macerazione biologica delle fibre di canapa sativa. Il Presidente del C.d.A. e Direttore Tecnico della società ARGECO è l'Ing. Giuseppe Vitiello; dal 1981 ad oggi svolge attività professionale, dal 2017 tramite la propria società di Ingegneria Uninomiale ARGECO – Tecnologie eco appropriate s.r.l.s. start up innovativa. L'ing. Vitiello amministra da anni società di servizi pubblici, solitamente affidatarie di servizi con modalità "In House, società che hanno operato, ed operano, nei settori ambientali, svolgendo servizi quali la gestione dei rifiuti, la raccolta differenziata degli stessi, la depurazione e il riciclo delle acque reflue, la produzione di biogas e di altre forme di energia da fonti rinnovabili.

Gli altri due soggetti giuridici partecipanti al progetto sono:

- WITHOUT WASTE BIO-LOOP S.R.L Startup innovativa con sede in S. Giuliano Terme CAP 56017 in via Passo Frediani 14/P (PI), P. IVA 02328910506, <https://www.2wbio-loop.com/>, legale rappresentante dott. agr trop. Domenico Vitiello;

La società WITHOUT WASTE BIO-LOOP S.R.L Startup innovativa è attiva nel settore delle colture innovative, quali la canapa sativa, e nei processi di trasformazione di tali colture. Si avvale delle competenze del legale rappresentante e responsabile scientifico, Dott. Agrario Tropicalista Domenico Vitiello, Agroecologo esperto in fitopatologia e agricoltura tropicale, con competenze in Scienze agrarie, Cooperazione internazionale, Permacultura e agricoltura biologica, Sviluppo rurale sostenibile nei paesi tropicali, valutazione e gestione delle risorse idriche, utilizzazione di piante alofile e salino-tolleranti per la nutrizione animale, Agricoltura urbana.

In collaborazione con il proponente e con i centri di ricerca Lucense di Lucca e Tecnotex di Prato la società ha sviluppato un processo di macerazione delle fibre di canapa sativa destinate all'industria cartaria e tessile, realizzando, in collaborazione con i suddetti soggetti, un prototipo di impianto di macerazione presso la propria sede legale.

➤ MULINO L'ANTICA MACINA di Magazzese Salamida Tommaso, ditta artigiana individuale sita a Martina Franca CAP 74015 Contrada Capo di gallo zona c/3 (TA), P-IVA 02529730737, <https://www.bottegaanticamacina.it/>.

...Si trova nel cuore della murgia pugliese, a 4 km da Alberobello e a 15 km da Martina Franca, e produce farine tradizionali, farine speciali, pasta e prodotti da forno. La ditta macina per conto terzi piccole e grandi quantità di cereali per artigiani (panifici, pizzerie, agriturismi) o semplici amanti delle tradizioni.

...Le attrezzature utilizzate, l'esperienza maturata nel settore della produzione di farine e la sensibilità del titolare le consentono di proporsi come partner operativo in grado di supportare il progetto in tutte le sue fasi, dalla coltivazione alla lavorazione delle fibre di canapa sativa.

2 – La Masseria Carmine

2.1 – La storia e i danni da inquinamento ambientali dell’Ilva

La "Masseria Carmine" è sita in Taranto alla via della Transumanza - SS 172 (Martina F./Taranto), quartiere Paolo VI nei pressi del "Seminario" e della zona industriale.

La storia della Masseria Carmine narra il dramma vissuto dalla famiglia Fornaro, famiglia di allevatori, in seguito alle conseguenze delle attività industriali inquinanti della vicina Ilva che ha causato perdite economiche reali, di danno all’agricoltura e all’immagine di un territorio che, oggi, è in ginocchio sotto l’aspetto sanitario e che tenta faticosamente di risollevarsi, anche perché, se da un lato è difficile stabilire il nesso di causalità tra inquinamento industriale e patologie, è altrettanto difficile, ma non impossibile, dimostrare la fonte di contaminazione alimentare, quando questa si bio-accumula e presenta delle caratteristiche specifiche chimico-fisiche.

A partire dal 2010 è stato questo lo scopo dell’incidente probatorio richiesto dalla Procura della Repubblica di Taranto e la famiglia Fornaro quale parte lesa si dedicherà a questa inchiesta giudiziaria sull’Ilva decisa a dimostrare le responsabilità dell’Ilva sui danni da inquinamento ambientale subiti.

L’attività dei Fornaro andava avanti dall’inizio del Novecento.

Cominciata dal capostipite della famiglia. Vincenzo e suo fratello sarebbero stati la terza generazione di allevatori. L’attività era incentrata sull’allevamento ovicaprino con produzione di carne e prodotti caseari quali ricotta e formaggio.

A questo si affiancava la lavorazione e la semina dei terreni prevalentemente per colture di cereali quali grano ed orzo. Attività abbandonata. Continua ad essere effettuata la raccolta delle olive e la relativa trasformazione in olio. La diossina non penetra all’interno delle olive e non se ne trova traccia nell’olio.

Tutto si è concentrato prevalentemente sul rischio alimentare correlato ad attività di allevamento. Il Dipartimento di prevenzione ha avviato, dunque, una serie di analisi per capire lo stato di contaminazione degli animali nel raggio di 20 chilometri di distanza dalla zona industriale. Partendo dall’analisi della carne nei primi sei allevamenti colpiti dal vincolo sanitario, sono stati riscontrati valori oltre il limite in tutti e sei.

Poi, in seguito all’emanazione di linee guida per i controlli da parte della Regione, le analisi si sono limitate al solo latte. Qualora il valore si fosse avvicinato al limite fissato dalla legge si sarebbe passati ad analizzare la carne. I dirigenti Ilva, nell’immediato, hanno reagito smentendo la possibilità che la contaminazione fosse dovuta alle loro emissioni, minacciando di querelare chiunque si fosse permesso di fare un simile accostamento. Nel 2008, a causa della contaminazione dei terreni e quindi

degli animali che vi pascolavano, la famiglia Fornaro è stata costretta ad abbattere ben 605 capi di bestiame. Nella loro carne erano stati riscontrati valori di diossina e PCB anche 30-40 volte oltre i limiti consentiti dalla legge. La mattanza è avvenuta esattamente l'11 dicembre 2008.

2.2 – Riconversione aziendale

Oggi la famiglia Fornaro è impegnata in un progetto di riconversione totale dell'azienda agricola che è diventata nel tempo un luogo simbolo della lotta all'inquinamento ed anche contenitore culturale, ospitando presentazioni di libri, spettacoli teatrali e serate musicali.

Ha aperto un maneggio dove si svolgono corsi di equitazione, ippoterapia e spesso si organizzano escursioni in Gravina per far conoscere la bellezza e la storia di questi luoghi dalle atmosfere magiche.



Inoltre, da tre anni è partito il progetto sulla coltivazione della canapa con l'obiettivo di bonificare i terreni in modo naturale, a basso costo e soprattutto senza modificare lo stato dei luoghi. Si tratta di un processo di fitobonifica con conseguente miglioramento della fertilità del suolo, grazie alla capacità di assorbimento da parte delle sue radici dei componenti organici o inquinanti presenti nel terreno. Tali sostanze vengono

trasformate in metaboliti meno pericolosi, oppure catturate e recuperate. Ed ha sicuramente enorme interesse ed utilità l'applicazione di questo metodo, in diversi contesti, specie in zone con attività dismesse ed ex siti industriali.

Quando però la fonte è ancora attiva non c'è alcuna operazione di bonifica che possa rivelarsi efficace. Ma il business delle bonifiche è un capitolo a parte. Un'attrattiva per attività illecite da tenere sotto stretto controllo da parte delle autorità competenti e della cittadinanza attiva che spesso si sostituisce agli organi di vigilanza.

2.3 - Caratteristiche del territorio di interesse

La provincia di Taranto ha un'estensione territoriale di 1.596,21 km², con una leggera prevalenza di territorio pianeggiante, mentre la restante parte è di natura collinare. La S.A.U. copre 1.367,64 km² del territorio provinciale (ISTAT, 2000).

I terreni sciolti sono poco adatti all'aridocoltura: l'elevata macroporosità di un terreno sabbioso permette di invasare cospicui quantitativi d'acqua, che in gran parte si perdono in poche ore con la percolazione profonda. Le riserve che si accumulano stabilmente sono di modesta entità e si perdono in pochi giorni per effetto dell'evapotraspirazione.

La canapa sativa, in quanto specie tropicale, vegeta bene in ambienti caldo umidi, teme però i ristagni idrici ed è dotata di una buona resistenza alla siccità per cui, in tali casi, è in grado di fornire una produzione minima.

Una delle più evidenti conseguenze geomorfologiche della lunga fase di sollevamento pleistocenica è stata la formazione di estesi terrazzamenti di stazionamento marino nell'arco ionico tarantino. Ai processi di lisciviazione dei carbonati, sono seguiti i processi di argillificazione con sviluppo di potenti orizzonti di accumulo di argilla.

Circa il 90% del territorio regionale pugliese risulta vulnerabile al fenomeno della cosiddetta "desertificazione". -In particolare, da uno studio realizzato dall'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA) e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), le zone pugliesi a maggior rischio di desertificazione sono la costa ionica salentina, quella tarantina ed il golfo di Manfredonia (tab. 1).

SENSIBILITA' ALLA DESERTIFICAZIONE	AREA (mq)	%
Critica	229582390,38	95,78
Fragile	3705043,19	1,55
Potenziale	6411561,00	2,67
totale	239698994,56	100

Tabella 1: Superficie a rischio desertificazione della Puglia

Il fenomeno della desertificazione è dovuto principalmente ai seguenti fattori:

- ✓ *caratteristiche climatiche (scarsa frequenza di precipitazioni);*
- ✓ *erosività della pioggia;*
- ✓ *caratteristiche geo-pedologiche,*
- ✓ *pendenza e l'acclività dei versanti;*
- ✓ *assenza copertura boschiva;*
- ✓ *verificarsi di incendi;*

- ✓ *sfruttamento intensivo del terreno e delle risorse idriche;*
- ✓ *applicazione delle pratiche agro-pastorali improprie;*
- ✓ *pratica dello spietramento.*

3 – La coltivazione della canapa sativa come opportunità per il miglioramento dei suoli agricoli del meridione ed il rilancio di una economia agricola ecosostenibile

I suoli agricoli del meridione sono soggetti ad un continuo e progressivo peggioramento dovuto a erosione e depauperamento della fertilità sia a causa dello sfruttamento intensivo e irrazionale dei suoli (uso eccessivo di fertilizzanti di sintesi e tecniche di coltivazione ad alto impatto ambientale), sia per gli effetti delle controverse condizioni climatiche caratterizzate da alte temperature e bassa piovosità durante la stagione produttiva.

Il cambiamento climatico a livello globale ha causato un innalzamento di circa 2 °C delle temperature medie dovuto all'effetto serra della CO₂ e degli altri gas serra contribuendo a peggiorare in questi ultimi anni la situazione e portando progressivamente a rischio desertificazione la maggior parte dei terreni agricoli del meridione d'Italia. I suoli hanno perso soprattutto vitalità a causa della perdita del tenore in SO (Sostanza Organica) dovuta all'alto indice di mineralizzazione (1% annuo) e che andrebbe ripristinata ai livelli del 2-3 % attraverso laute concimazioni organiche con compost o letame, sistematiche pacciamature e lavorazioni a minore impatto ambientale.

L'utilizzazione della canapa sativa sia come pianta da rinnovo nelle rotazioni agrarie che come coltura principale in regime di agricoltura biologica, comporterebbe un progressivo miglioramento dei suoli vuoi per il rilascio al suolo della SO dei residui colturali delle radici e delle foglie, vuoi contrastando l'attuale e sistematico uso di diserbanti, concimi di sintesi e antiparassitari dell'agricoltura convenzionale grazie alla rusticità della pianta, al suo potere rinettante alle malerbe ed alla sua buona resistenza ai parassiti. La maggiore resistenza alla siccità di questa specie permette di ottenere buone rese sia in biomassa che in semi, naturalmente variabili a seconda delle condizioni climatiche stagionali ed edafiche.

4- Lotto di coltivazione

Il terreno della Masseria Carmine di proprietà dei Fornaro è situato nella zona a metà strada tra il piccolo bacino di Taranto e il comune di Statte.

Il lotto di coltivazione ha una estensione di 500 mq totalmente pianeggiante e di tipo seminativo; rimasto incolto da diversi anni ed è attualmente coperto da vegetazione spontanea erbacea e cespugliosa ed ha una buona dotazione di S.O dovuta al pascolamento dei cavalli allevati.

5 – Scelta delle varietà di canapa sativa

Per la coltivazione della canapa si è destinato una superficie complessiva di 500 mq per la produzione di biomassa (fibre e canapulo) della varietà Futura 75.

La coltivazione è stata realizzata in asciutto con interventi di irrigazione di soccorso e seminata entro la fine di marzo per usufruire della maggiore pluviometria.

5.1 – Var. Futura 75

“**Futura 75**” è una varietà monoica francese, si adatta bene al nostro territorio. Ideale per la trasformazione in tessuto e con dei discreti livelli di produzione di seme. Pianta di altezza medio-alta (fino 2-3 metri) con un inizio di fioritura intermedio. Varietà sviluppata per produrre seme, ma è soddisfacente anche in termini di biomassa.

Ciclo Vegetativo: 140-160 giorni

Altezza: 2,5 - 4,5 metri

Piena fioritura: agosto

Resa media in semi Kg/ha: 600 – 1000

Resa media in rotoballe T/ha: 9 – 12

Resa media in infiorescenze (biomassa secca) Kg/ha: 800 – 1500

THC: < 0,2 %

CBD: 2-5 %

6- Medie climatiche Taranto ed epoca di semina

Nella seguente tabella sono indicate le medie climatiche di Taranto.

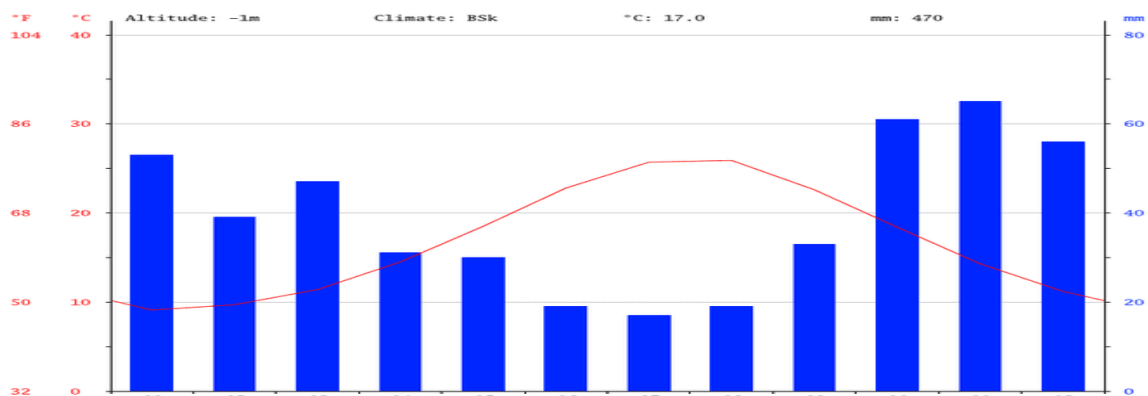


Tabella 3: Medie pluvio termometriche di Taranto

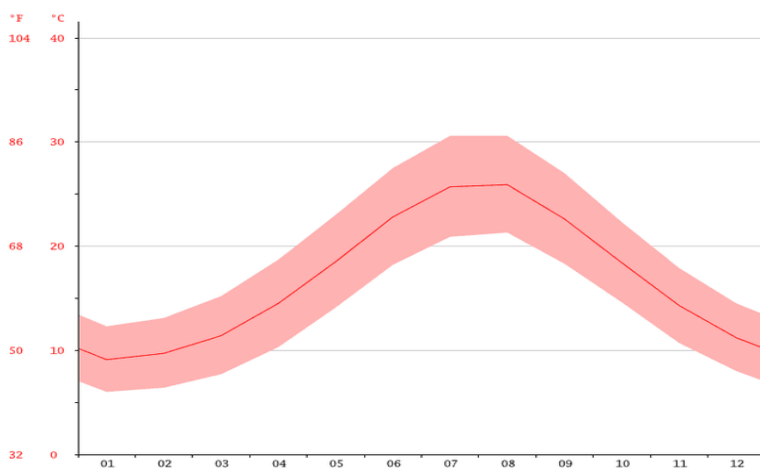


Grafico 1: Temperature medie con valori minimi e massimi di Taranto.

La temperatura media del mese di agosto, il mese più caldo dell'anno, è di 25.9 °C. Durante l'anno Gennaio ha una temperatura media di 9.1 °C. Si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

Il fabbisogno idrico per una resa ottimale della canapa sativa è di 500-700 mm distribuiti su un ciclo vegetativo di circa 140-160 gg., mentre i valori di piovosità media di Taranto si aggirano sui 150 mm, motivo per cui si avrà un deficit idrico sostanziale che, in concomitanza alla negativa

tessitura del suolo di tipo sabbiosa tenderebbero a causare uno stress idrico alle piante limitandone notevolmente lo sviluppo e compromettendone le fasi di sviluppo.

Per limitare i danni da stress idrico e ottimizzare l'uso dell'umidità si può agire contemporaneamente su diversi fronti:

- migliorando la tessitura del terreno: l'aggiunta di SO (compost) al terreno si creano agglomerati con formazione di macropori e micropori che ne aumentano la capacità di ritenzione idrica, permettendo una crescita microbica che ne migliora al tempo stesso la fertilità;
- riducendo l'evaporazione del terreno: attraverso la tecnica della pacciamatura e della sarchiatura; quest'ultima rompendo la crosta superficiale crea un effetto isolante alla risalita dell'acqua per capillarità;
- coltivando specie e varietà maggiormente resistenti ai climi siccitosi: la canapa sativa è una specie tropicale che vegeta bene in ambienti caldi umidi, ma sono state sviluppate diverse varietà precoci che si adattano anche in ambienti più aridi;
- riducendo il ciclo di coltivazione: usando varietà precoci se ne accorcia il ciclo vegetativo e quindi anche il fabbisogno idrico delle stesse;
- anticipando l'epoca di semina: in tal modo si riesce ad usufruire maggiormente delle piogge primaverili anche se, a livello della produzione del seme, una semina anticipata comporta disomogeneità nella fioritura e maturazione del seme: statisticamente si è visto che produzioni maggiori si riescono ad ottenere con semine tardive in aprile-maggio, ovviamente su terreni irrigui;
- eseguendo interventi irrigui di soccorso: se l'andamento stagionale è particolarmente siccitoso, eseguendo interventi straordinari di irrigazione durante fasi fenologiche critiche e di particolare importanza per lo sviluppo della pianta, si evita uno stress idrico alle piante che potrebbe compromettere tutte le fasi successive di sviluppo.

7 – Metodo colturale

Essendo questa coltivazione sperimentale e propedeutica per la realizzazione di una filiera di produzione e trasformazione della canapa, non avrebbe alcun senso proporre la gestione delle colture con metodo diverso da quello dell'agricoltura biologica, che invece consente di:

- ✓ dare valore aggiunto alla produzione della fibra e del canapulo e quindi dei prodotti trasformati dei diversi comparti produttivi (tessile, bioedilizia, carta, ecc.);
- ✓ migliorare i suoli siano essi argillosi o sabbiosi normalmente degradati dall'andamento caldo secco stagionale e quindi già a rischio desertificazione per la costante perdita annuale in SO;
- ✓ evitare una perdita inutile in concimi di sintesi in caso di tecnica produttiva di tipo convenzionale, concimi che rischierebbero di non essere assimilati dalle piante a causa della carenza di acqua piovana e dalle condizioni di stress.

8 - Operazioni colturali

8.1 – Lavori di preparazione del terreno

Tutti i lavori colturali fino alla raccolta della fibra sono stati eseguiti dalla ditta MULINO L'ANTICA MACINA di Magazzese Salamida Tommaso di Martina Franca (TA) che ha coltivato, per conto dell'ATS, la canapa sul terreno della ditta Fornaro; essendo stato quest'ultimo rimasto incolto per diversi anni, lo stesso era risultato ricoperto da vegetazione erbacea e arbustiva spontanea che è stata eliminata in superficie tramite un primo trattamento di trinciatura.

Trattandosi poi di un terreno poco tenace e trovandoci in clima arido, è stata necessaria una lavorazione minima del terreno onde evitare troppo arieggiamento del suolo ed eccessiva perdita per ossidazione della già poca SO presente nel terreno.

Quindi si è eseguita una ripuntatura per dissodatura superficiale fino a 30 cm di profondità, lavorazione che ha la triplice funzione di dissodare il terreno, sradicare le piante infestanti e interrare parzialmente il letame in superficie.

In seguito, si è passati alla preparazione vera e propria del letto di semina con una fresatura per sminuzzare le zolle e rendere piana la superficie e completare l'interramento del compost.

8.2 – Concimazione organica (letamazione)

In generale, per una buona fertilità, il contenuto di sostanza organica nel terreno agricolo è nell'ordine del 2,5 - 3%. Per contrastare il fenomeno della "desertificazione" si può somministrare carbonio al suolo attraverso il letame o il compost laddove vi sia un contenuto di sostanza organica del suolo inferiore all'1-2%. In agricoltura biologica peraltro è consentita solo la concimazione organica quale mezzo per rivitalizzare il suolo migliorandone innanzitutto la fertilità microbiologica; al tempo stesso, dato il suo potere ammendante la concimazione organica è in grado di favorire gli aggregati strutturali del terreno dei macropori (per la circolazione dell'aria tellurica) e della rete capillare dei micropori fondamentali per la ritenzione dell'acqua.

Altri vantaggi dall'impiego del concime organico (letamazione) sono:

- *Lento rilascio secondo le esigenze della pianta*
- *Azione positiva sul bilancio idrico*
- *Riduzione delle malattie delle piante*
- *Miglioramento della struttura (porosità per l'acqua e l'aria, penetrazione radicale e lavorabilità)*
- *Riduzione dell'erosione del suolo*
- *Riduzione dell'inquinamento della falda acquifera*

- *Stimolazione dell'attività microbica ed enzimatica*
- *Stimolazione dell'attività radicale*

A livello di agro-ecosistema i vantaggi sono:

- *Sostituzione dei fertilizzanti di sintesi in agricoltura*
- *“Sequestro” del Carbonio nel suolo*
- *Riduzione delle emissioni di N₂O (che si forma invece in caso di somministrazione di azoto chimico al suolo)*
- *Riduzione dell'energia spesa nella lavorazione dei suoli*
- *Altri effetti benefici: minore fabbisogno irriguo, riduzione delle sistemazioni conseguenti all'erosione, riduzione dei trattamenti fitosanitari, ecc.*

Il letame, oltre alla proprietà di ammendante, possiede anche quella di fertilizzante a lento rilascio degli elementi macro (N, F, K) e micronutrienti del suolo, motivo per cui un adeguato piano di fertilizzazione, in linea con i principi della BPA (Buona Pratica Agricola), deve tener conto del bilancio tra il fabbisogno della specie da coltivare, delle somministrazioni di unità fertilizzanti nel suolo delle precedenti coltivazioni, degli apporti naturali di azoto derivanti dalla pioggia e delle asportazioni per assorbimento delle colture precedenti.

Nella fattispecie del lotto di 500 mq per la nostra coltivazione della canapa, esso si intende già in possesso di una buona dotazione di SO somministrata al suolo tramite la stabulazione libera pluriennale dei cavalli di allevamento e pertanto non è stato necessario eseguire ulteriori interventi di concimazione organica.

Il contenuto percentuale sul tq di letame relativo agli altri due macronutrienti del P e del K ammontano rispettivamente allo 0.69-0.86% per il fosforo e dello 0.17-0.37 del potassio.

8.3 – Diserbo meccanico

Tra le particolarità della canapa sativa vi è quella di essere una pianta sensibile ai residui di diserbanti motivo per cui è sconsigliabile farla succedere a colture diserbate ed al limite se ne consiglia il diserbo meccanico solo in presemina perché durante lo sviluppo vegetativo la pianta non ha bisogno di ulteriori trattamenti di diserbo per via del suo potere rinettante nei confronti delle erbe infestanti dovuto alla sua veloce crescita soprattutto quando viene coltivata fitta per la produzione di

biomassa. Solo nel caso della produzione di seme, essendo la densità di seme inferiore, il suo potere rinettante all'inizio del suo ciclo vegetativo è limitato.

Trattandosi di agricoltura biologica e non potendo eseguire diserbo chimico, si può ricorrere alla tecnica della falsa semina eseguendo una irrigazione (in caso di assenza di pioggia) subito dopo i lavori di preparazione del letto di semina e provvedere, dopo la germinazione delle malerbe, ad una superficiale sarchiatura prima di eseguire la semina della canapa.

Durante le fasi di sviluppo, in caso di formazione di crosta superficiale del terreno (ma non è il caso dei terreni sabbiosi) si può eseguire una sarchiatura importante per interrompere la capillarità superficiale e ridurre l'evaporazione dal suolo.

8.4 – Semina

8.4.1 - Caratteristiche dei semi

La semina si esegue con una normale seminatrice per grano meccanica o pneumatica.

Il peso di 1000 semi di canapa sativa corrisponde a 21 g circa. Il seme può essere acquistato solo in confezioni da kg 25 che contengono circa 1.200.000 semi.

E' importante che il seme sia certificato e garantito per un'alta germinabilità.

La varietà Futura 75 a doppia attitudine (biomassa + seme) è stata provata in asciutto su 500 mq di terreno e con irrigazione di soccorso in mancanza prolungata di pioggia.

8.4.2 - Sesti e distanze per produzione semi

Per la produzione di biomassa (canapulo + fibra) la canapa viene coltivata fitta per sfruttare il fenomeno di allungamento delle piante per "eziolatura" utilizzando kg 60/ha con i seguenti valori di sesti e distanze:

- Distanza Interfila cm 15-20
- Distanza sulla fila cm 5

Sui mq 500 si semineranno pertanto Kg 3-4 (4.5-5 kg in caso di seme vecchio e pertanto a minore percentuale di germinabilità)

8.5 – Irrigazione

La canapa richiede 500-700 mm di umidità per una resa ottimale e di questi 250-300 mm dovrebbero essere disponibili durante la fase vegetativa; più specificatamente in ambienti mediterranei semiaridi l'irrigazione necessaria per varietà monoiche precoci è di almeno 250 mm d'acqua, mentre per varietà dioiche tardive di almeno 450 mm.

Per l'irrigazione si prendono dunque in considerazione diverse epoche di semina, le finalità della produzione (fibra o seme) e i vari livelli di disponibilità d'acqua (andamento pluviometrico

stagionale); in ogni caso, posticipando la data di semina, la quantità complessiva d'acqua per la coltura diminuisce, in quanto un fotoperiodo sfavorevole ne riduce la crescita vegetativa stimolando la fioritura.

Tuttavia, in caso di produzione di seme e semina tardiva, lo stress idrico impedisce il normale sviluppo della pianta ed in particolare il riempimento del seme compromettendone la produzione. Sono pertanto necessari interventi di emergenza in prefioritura per far sviluppare un buon apparato fogliare e in post fioritura, per favorire il riempimento del seme.

È anche utile un primo intervento di irrigazione in post-semina in mancanza di pioggia.

8.6 – Raccolta (fibra + canapulo)

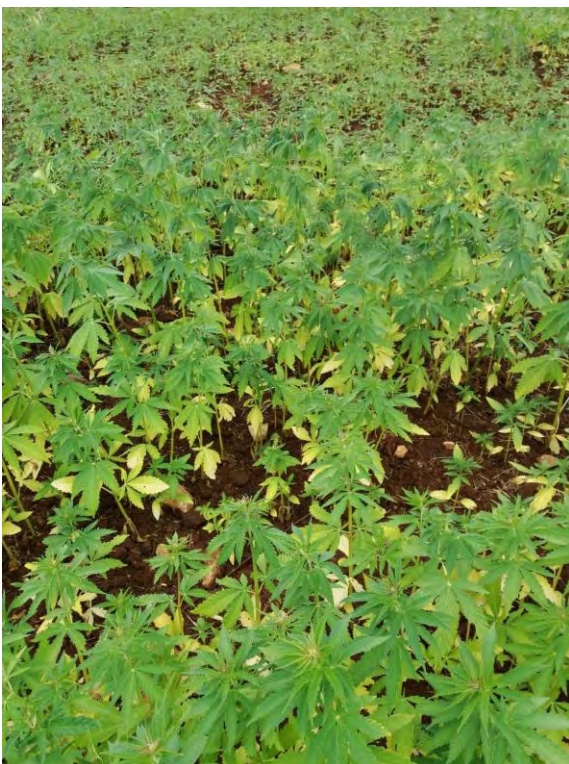
La raccolta della pianta (fibra + canapulo) avviene al momento della fioritura, quando cioè la resa in fibra per il contenuto di s.s. nella pianta è al suo massimo livello.

Il taglio può essere effettuato con convenzionali barre falcianti preferibilmente a doppia lama e la raccolta può essere fatta con convenzionali imballatrici (sia tonde che quadre) raccogliendo le paglie sistemate precedentemente in andane con ranghinatore e fatte essiccare prima della raccolta fino ad un contenuto di umidità intorno al 13 %.

Il taglio e la raccolta delle paglie potrebbero presentare alcune problematiche, prima fra tutte l'avvolgimento della fibra intorno agli organi rotanti e l'intasamento della barra falciante per cui è buona norma affilare bene i denti della falciatrice per evitare ingolfamenti di materiale.

Prima dell'imballatura è necessario girare gli steli tramite un normale ranghinatore per permettere un'essiccazione delle bacchette più omogenea e soprattutto far cadere a terra le foglie rimanenti. In genere gli steli vengono lasciati a terra per almeno 2-4 settimane per favorire il processo di macerazione, ossia la degradazione delle pectine (collanti delle fibre), e quindi facilitare i processi industriali post raccolta come la stigliatura.

Se gli steli superano 1.5/2 metri di lunghezza si potrebbe creare il così detto “*effetto ponte*” nelle rotoimballatrici, ossia lo stelo eccessivamente lungo ed elastico non si spezza impedendo quindi la creazione del cuore all'interno della rotoballa che risulterà quindi con un buco centrale.



9 - Lavori post-raccolta

9.1 – Stigliatura per la separazione della fibra dal canapulo

La biomassa raccolta viene stigliata allo scopo di separare la fibra (tiglio) dal canapulo e quindi poterla successivamente macerarla ai fini della produzione della carta; quest'ultimo processo di macerazione non si rende necessario nel caso di produzione di materiali isolanti per la bioedilizia e di calce-canapa.

Il lavoro di stigliatura è stato eseguito dal MULINO L'ANTICA MACINA di Magazzese Salamida Tommaso.

Per realizzare la stigliatura è stato utilizzato un macchinario messo a disposizione da CANAPAFILIERA srl.



I prodotti ottenuti sono stati vagliati manualmente il materiale in modo da separare la fibra dal canapulo.



FIBRA



CANAPULO

9.2 – Macerazione della fibra

La fibra ottenuta dalla stigliatura è stata spedita alla sede di Without Waste Bioloop per essere macerata nel maceratore pilota anaerobico.

Il processo è stato completato in condizioni di termofilia (55 °C) e per un periodo di 15 giorni. Successivamente le fibre macerate sono state sciacquate e messe ad asciugare in una serra.



9.3 – Lavorazione delle fibre macerate e produzione di carta

Il laboratorio LUCENSE SCaRL , con sede in Traversa prima di Via della Chiesa di Sorbano del Giudice n. 231 55100 LUCCA IT , ha ricevuto tre campioni di fibre di canapa ottenute con tempi crescenti di macerazione, oltre alla fibra di canapa iniziale (non macerata). Ad una analisi visiva, i tre campioni di fibre ricevute mostrano un livello qualitativo migliore all'aumentare del tempo di macerazione, in termini di minor impurità presenti e uniformità delle fibre (vedi ALLEGATO 1).

Dei campioni di fibre di canapa macerata consegnati sono stati utilizzati i campioni siglati con i numeri 1 e 2 per prove iniziali di messa a punto del metodo, il campione 3 invece, consegnato in quantità maggiore, ha consentito di effettuare lo studio nella sua completezza.

Lo studio è stato condotto utilizzando come raffinatore una strumentazione largamente diffusa a livello di laboratorio per lo studio delle paste: il “raffinatore Olandese Valley”. La metodologia seguita è di seguito illustrata.

Metodo seguito nello studio:

La canapa macerata ricevuta è stata messa in ammollo in acqua per 24h prima di procedere allo spappolamento e raffinazione.

La fase di spappolamento è stata effettuata direttamente nel raffinatore “Olandese Valley”, come previsto dal metodo: è stata aggiunta la canapa lentamente con 15lt di acqua, aggiunti altri 5lt di acqua per arrivare ad una concentrazione intorno all'1% e successivamente fatta omogeneizzare e spappolare per 5 minuti senza aggiungere pesi o compressioni alle ruote dentate. È stato misurato lo °SR iniziale dell'impasto (valutazione del drenaggio) e quindi aggiunti i pesi per iniziare la raffinazione tra le ruote dentate dello strumento.

Durante la raffinazione sono stati fatti prelievi per la misura dello °SR ai seguenti intervalli di 10, 15, 20 e 30 minuti.

Dopo 20 minuti è stato effettuato un prelievo di 2,5lt per fare una campionatura di foglietti da laboratorio

Dopo 30 minuti sono stati effettuati vari prelievi in successione per fare dei mix tra fibre di canapa e fibre di carta da riciclo ottenute dallo spappolamento di carta Medium per ondulatori.

I vari mix con diverse percentuali sono stati omogeneizzati con agitatore standard e quindi utilizzati per realizzare varie campionature di foglietti da laboratorio.

Poiché le fibre di canapa consegnate erano allo stato secco, si è proceduto ad una fase preliminare di ammolamento/imbibizione, come si usa fare anche per le fibre di cellulosa. Causa la scarsità dei campioni in oggetto non è stato fatto uno studio del tempo minimo necessario per una loro completa

imbibizione; occorrerà approfondire questo aspetto in studi successivi. Visivamente si è osservata una risposta positiva già con poche ore di imbibizione; per sicurezza abbiamo prolungato per un tempo maggiore di 12 ore.

In maniera preliminare, con i campioni 1 e 2, si è potuto accertare la effettiva possibilità della raffinazione: l'osservazione al microscopio delle fibre di canapa all'inizio della raffinazione mostra fibre lunghe e grosse (foto 1 e 2); con il procedere della raffinazione, le fibre si aprono e si frantumano in fibre più piccole (foto 3-4-5-6).



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4

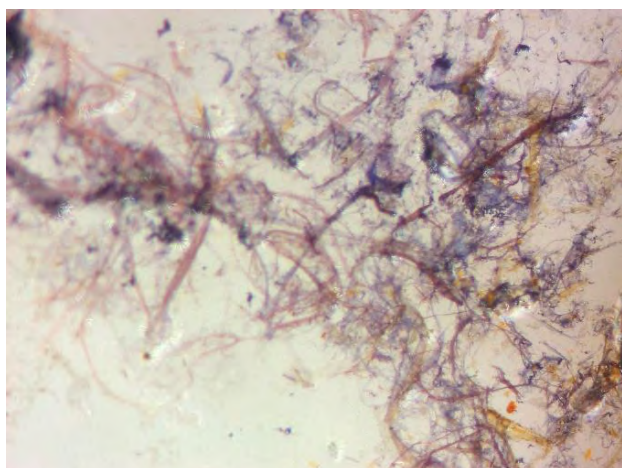


FOTO 5

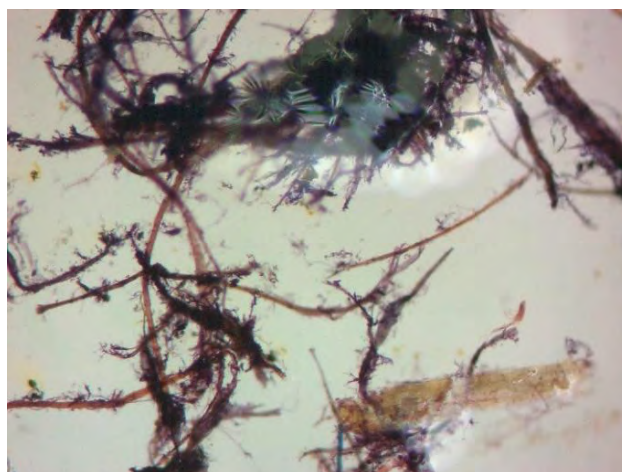


FOTO 6

Si è poi osservato che oltre i 30 minuti di raffinazione la frantumazione diventa eccessiva e il drenaggio peggiora sensibilmente, per cui si è stabilito di effettuare la prova completa fermandoci ai 30 minuti di raffinazione. In sostanza, la prima conclusione è stata che la fibra risulta “facilmente raffinabile”, ovvero non richiede tempi lunghi di raffinazione, né di conseguenza energie applicabili rilevanti. I grossi grumi di fibre iniziali si omogeneizzano in modo da creare un impasto con un mix di fibre adeguato.

Più in dettaglio, al termine dei 30 minuti di raffinazione l'impasto di fibre di canapa non risulta omogeneo, cioè sono presenti frammenti di fibre di varie lunghezze con tanti fini e fibre corte, con anche fibre lunghe che tendono a creare ancora grumi, ma in misura molto inferiore alla situazione di partenza (foto 7-8).

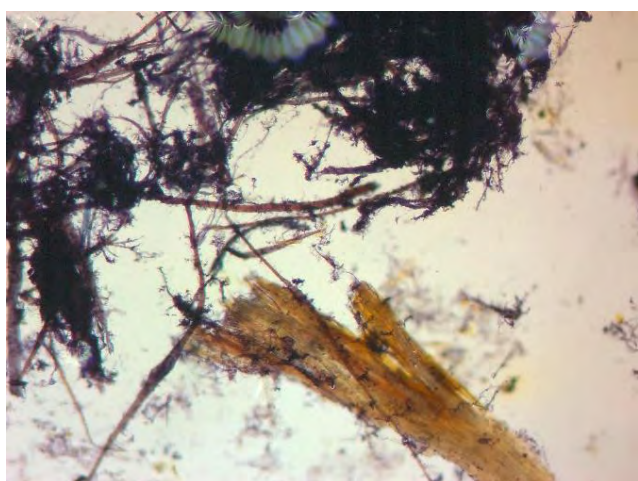


FOTO 7

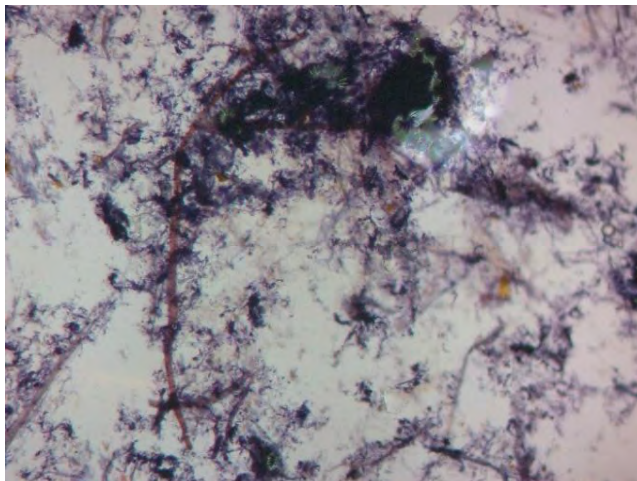


FOTO 8

Misurando per vari tempi di raffinazione il drenaggio mediante °SR (Schopper Rigler – parametro per la determinazione della scolantezza di una sospensione fibrosa diluita) abbiamo osservato:

- dopo la fase di spapolamento di 5 minuti 14-16 °SR (prima della raffinazione)
- dopo 10 minuti di raffinazione 24-28
- dopo 15 minuti di raffinazione 38-42
- dopo 20 minuti di raffinazione 50-60
- dopo 30 minuti di raffinazione 62-70

Altre osservazioni già emerse nelle prove preliminari e confermate nello studio successivo:

- Durante la raffinazione si ha il problema di formazione schiuma con grandi bolle (foto 9-10); per ridurre il fenomeno abbiamo eliminato l'acqua di ammollamento, ma anche così facendo se ne produce ancora molta (necessiterà pensare ad un'aggiunta di antischiuma);



FOTO 9



FOTO 10

- Non si riesce a lavorare con il raffinatore con concentrazioni elevate, soprattutto in fase iniziale quando si formano grosse trecce di fibre. Per cui, rispetto al 2% standard, siamo passati a fare la raffinazione con concentrazioni inferiori all'1%. Nel dettaglio abbiamo fatto 2 batch con lo 0,75% e 0,8%;
- Una volta effettuata la raffinazione, quando siamo passati alla fase di mix con altre fibre riciclate si è osservato la formazione di trecce attorno alla pala di agitazione, ma questo problema può essere superato con altri sistemi industriali di agitazione.

L'obiettivo perseguito, in questa prima sperimentazione, di utilizzo delle fibre di canapa così ottenute è stato quello di verificare l'impatto sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle carte per packaging, in particolare delle carte per scatole in cartone ondulato realizzate in Italia con fibre di recupero. Ci siamo così concentrati su carte per ondulatori con le grammature tipiche più utilizzate in questo settore di 115-145 g/m².

Pertanto, effettuata la raffinazione con le modalità esposte, abbiamo realizzato dei foglietti facendo dei mix con fibre di recupero ottenute spappolando una carta riciclata tipo medium per ondulatori e realizzando dei mix con le fibre di canapa raffinate con le seguenti composizioni percentuali:

- 100% carta di recupero tipo medium
- 90% carta di recupero e 10% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)
- 70% carta di recupero e 30% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)
- 50% carta di recupero e 50% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)

Sono stati realizzati anche foglietti di canapa al 100%: abbiamo notato che il tempo di drenaggio si allunga sensibilmente, e, quando il foglio viene staccato, resta uno strato di fibre fini sulla tela. In particolare, per la fase di essiccazione del foglio, sono necessari tempi superiori (circa 15 minuti) rispetto ai tempi standard (circa 10 minuti) e inoltre abbiamo notato che i foglietti risultano significativamente ondulati, il problema probabilmente si può superare con tempi, pressioni e temperature maggiori.

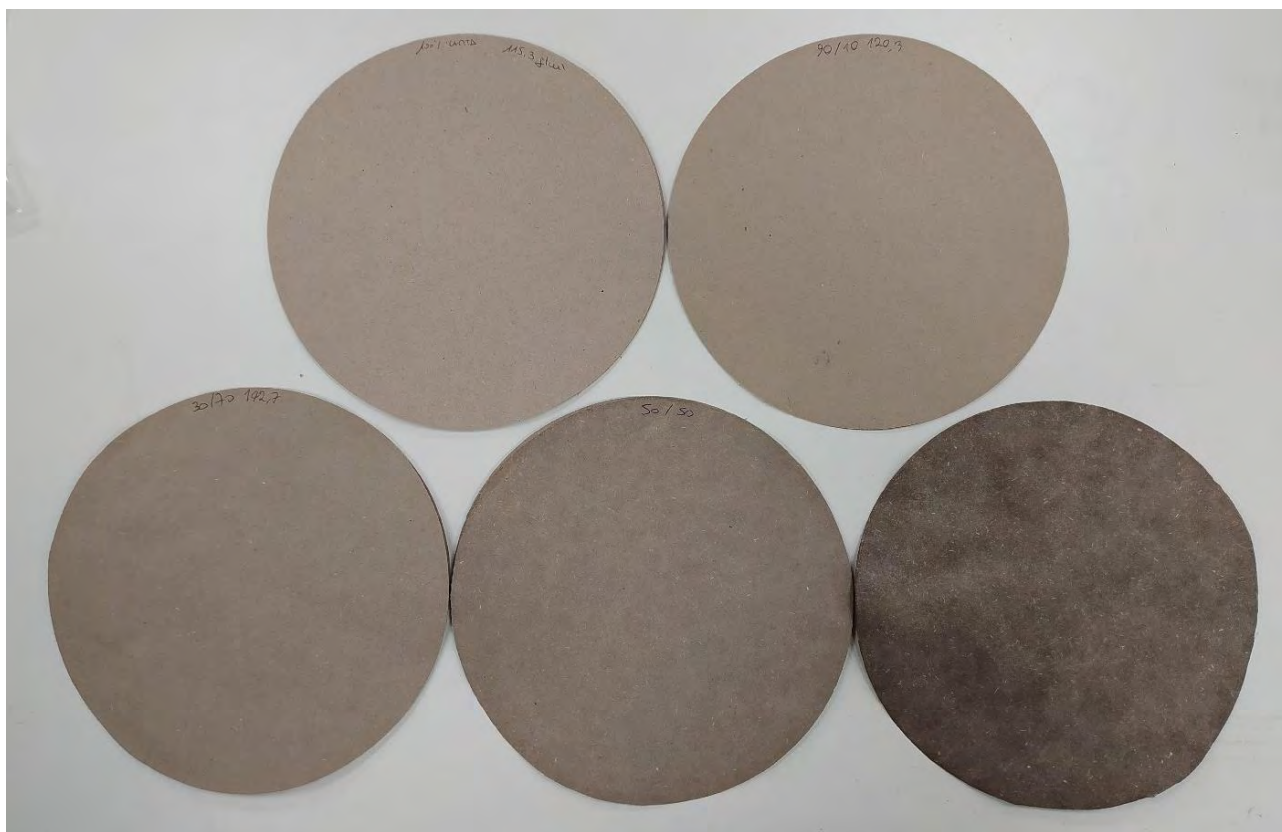


FOTO 11: foglietti realizzati con diverse concentrazioni di fibre di canapa.

Da sinistra in alto: 0%, 10%, 30%, 50% e 100%

Su tutte le campionature di foglietti di laboratorio realizzate sono state effettuate delle prove di caratterizzazione fisico- meccanica: densità, spessore, liscio, resistenza a trazione, resistenza a lacerazione, resistenza a compressione SCT, resistenza allo scoppio e rigidità a flessione.

I risultati sono riportati nelle tabelle di excel allegate e le caratteristiche più significative sintetizzate nel grafico qui sotto riportato che si riferisce solo ai valori di resistenza a trazione e compressione SCT 6

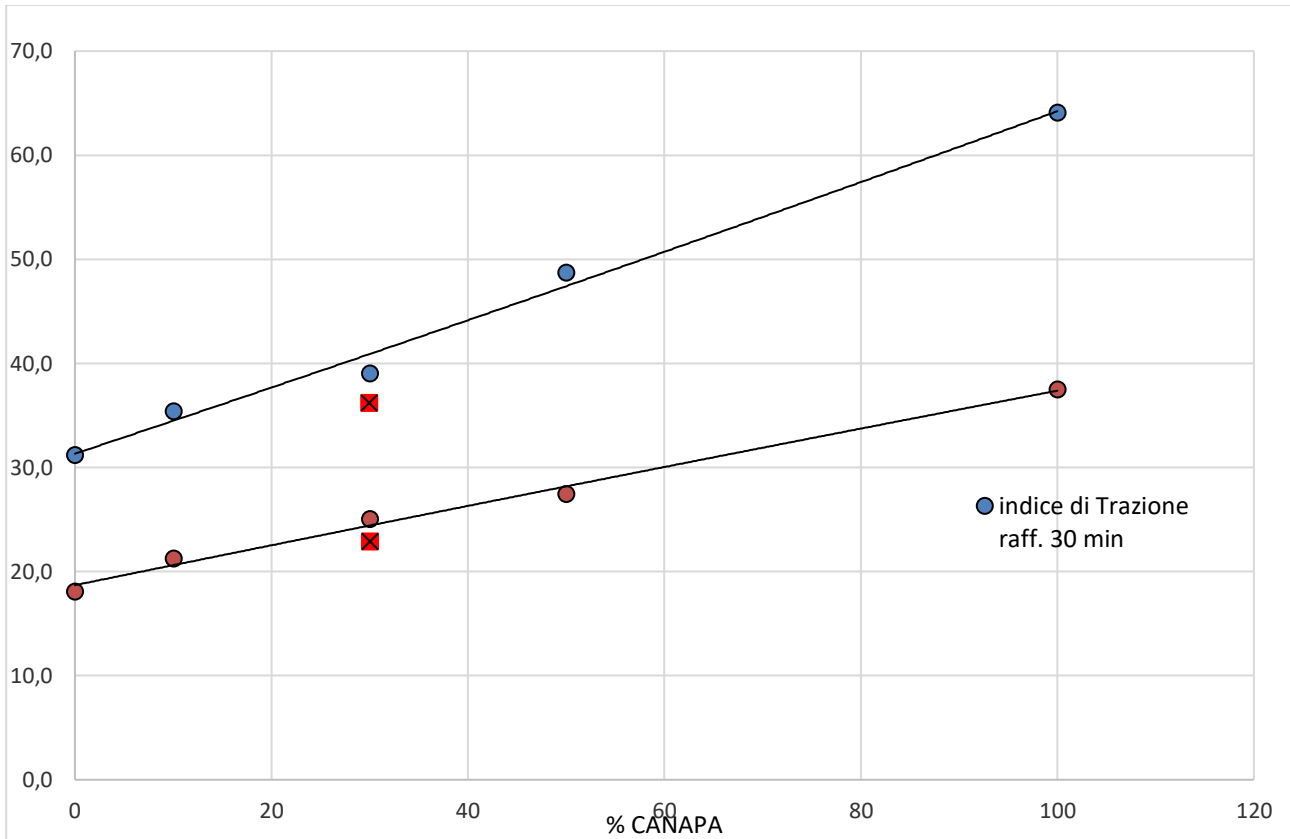
FOGLIETTI CAMPIONE REALIZZATI CON CANAPA E CARTA PER ONDA BASE MACERO

% canapa	CAMPIONE	Liscio/Ruvido Bendsen (ml/min)		Permeabilità all'aria Bendsen (ml/min)		Grammatura foglietto (g/m ²)	Trazione (N/m)	Indice di Trazione (N*m/g)	SCT (kN/m)	Indice SCT (N*m/g)	SCT (kN/m)	Indice SCT (N*m/g)	SCT (kN/m)	Indice SCT (N*m/g)	Rigidità 15°/50mm (mN)	Indice di Rigidità (Nm ² /kg ³)	Lacerazione - valore lacerometro	n. fogli utilizzati	Indice di Lacerazione (mN*m ² /g)
0	100% Carta	1383	1220	1357	1229	118,8	3700	31,20	2,24	18,9	2,09	17,6	17,6	17,5	10,5	11,0	2	7,3	
		1350	970	1347	1248	126,8	3850	30,36	2,29	18,1	2,37	18,7	19,0	9,3	12,0	2	7,4		
		1235	1312	1214	1256	135,5	4180	30,85	2,40	17,7	2,47	18,2	23,5	9,4	13,0	2	7,5		
		1189	1106	1200	1355	120,5	3830	31,78	1,92	15,9	1,81	15,0	17,0	9,7	11,0	2	7,2		
		1437	1151	1237	1258	123,8	3940	31,83	2,53	20,4	2,51	20,3	20,0	10,5	11,0	2	7,0		
		MEDIA	1235	1270					31,20		16,2		18,0		9,9				7,3
10	10% Canapa 90% Carta	1468	1723	574	489	115,9	4500	38,83	2,47	21,3	2,54	21,9	14,0	9,0	13,0	2	8,8		
		1780	1729	573	712	118,1	3980	33,70	2,49	21,1	2,47	20,9	14,5	8,8	13,0	2	8,6		
		1263	1705	481	405	119,0	4160	34,86	2,55	21,5	2,02	17,0	17,0	10,1	11,0	2	7,3		
		1835	1290	746	800	115,9	4120	35,55	2,38	20,5	2,78	24,0	14,5	9,3	11,0	2	7,5		
		1537	1782	487	585	115,8	3930	33,94	2,67	23,1	2,44	21,1	14,0	9,0	12,0	2	8,1		
		MEDIA	1611	568					35,39		21,5		21,0		9,2				8,1
30	30% Canapa 70% Carta	1803	2128	86	106	131,2	4850	36,97	3,35	25,5	3,24	24,7	22,5	10,0	15,0	2	9,0		
		2070	2019	102	99	134,4	5700	42,41	2,89	21,5	3,28	24,4	20,0	8,2	17,0	2	9,9		
		2036	2237	107	101	131,9	5390	40,88	2,90	22,0	2,96	22,4	21,0	9,2	17,0	2	10,1		
		2069	2171	104	92	129,1	4910	38,03	2,96	22,9	3,59	27,8	22,5	10,5	15,0	2	9,1		
		1849	2078	110	100	132,3	4660	36,73	3,88	29,3	3,82	29,6	23,0	9,9	18,0	2	10,7		
		MEDIA	2046	101					39,00		24,2		25,8		9,5				9,8
50	50% Canapa 50% Carta	2740	2962	21	20	124,4	6250	50,24	3,21	25,8	3,27	26,3	16,5	8,6	15,0	2	9,5		
		3494	3032	20	19	119,1	5490	46,10	3,08	25,9	3,09	25,9	15,0	8,9	13,0	2	8,6		
		2494	2620	21	22	118,4	5880	49,49	3,01	25,5	3,42	28,9	18,5	11,1	12,0	2	8,0		
		3966	2950	21	21	122,3	6160	50,37	3,21	26,3	3,81	31,1	17,5	9,6	14,0	2	9,0		
		2588	3536	21	21	121,3	5730	47,24	3,47	26,6	3,68	30,4	16,5	9,2	14,0	2	9,1		
		MEDIA	3038	21					48,69		26,4		28,5		9,5				8,8
100	100% Canapa	3850	3892	0	0	131,0	8820	67,33	4,08	31,1	4,83	36,8	27,5	12,2	14,0	2	8,4		
		3688	3040	0	0	137,5	8440	61,38	4,42	32,1	5,12	37,3	30,0	11,5	13,0	2	7,4		
		3480	3000	0	0	140,0	9210	65,79	4,42	31,5	6,11	43,6	33,5	12,2	17,0	2	9,5		
		3050	3220	0	0	130,0	8040	61,85	5,35	41,1	5,34	41,1	26,5	12,1	15,0	2	9,1		
		3772	3420	0	0	131,9	8440	63,98	5,52	41,8	5,08	38,5	28,0	12,2	15,0	2	8,9		
		MEDIA	3459	0					64,07		35,6		39,5		12,0				8,7
30	30% Canapa 70% Carta	3084	3295	192	210	147,9	4690	31,71	3,65	24,7	3,78	25,5	35,0	10,8	18,0	2	9,6		
		2524	2850	183	188	141,8	5480	38,65	3,02	21,3	2,70	19,0	38,5	13,5	20,0	2	11,1		
		3066	3248	203	205	141,5	5730	40,49	3,41	24,1	3,27	23,1	35,5	12,5	20,0	2	11,1		
		2386	3262	212	202	143,0	4920	34,41	3,14	21,9	3,32	23,2	32,0	10,9	20,0	2	11,0		
		2704	2856	209	201	140,7	5020	35,68	2,66	18,9	3,30	23,5	31,0	11,1	18,0	2	10,0		
		MEDIA	2928	201					36,19		22,2		22,9		11,8				10,5

u.m.		100% Carta	(raff. 30 min) 10% Canapa 90% Carta	(raff. 30 min) 30% Canapa 70% Carta	(raff. 30 min) 50% Canapa 50% Carta	(raff. 30 min) 100% Canapa	(raff. 20 min) 30% Canapa 70% Carta
Liscio/Ruvido Bendtsen	ml/min	1235	1611	2046	3038	3459	2928
Permeabilità Bendtsen	ml/min	1270	566	101	21	0	201
Indice di Trazione	N*m/g	31,2	35,4	39,0	48,7	64,1	36,2
Indice di SCT	N*m/g	18,1	21,2	25,0	27,5	37,5	22,9
Indice di Rigidità	Nm ⁶ /kg ³	9,9	9,2	9,5	9,5	12,0	11,8
Indice di Lacerazione	mN*m ² /g	7,3	8,1	9,8	8,8	8,7	10,5

Valori medi foglietti

Grammatura	g/m ²	115,8	123,0	144,0	128,3	138,4	141,7
Spessore	µm	186	195	228	189	187	242
densità	g/cm ³	0,62	0,63	0,63	0,68	0,74	0,59
voluminosità	cm ³ /g	1,61	1,58	1,58	1,48	1,35	1,70



Come emerge dai dati riportati nella tabella allegata e nel grafico si osserva un notevole incremento delle caratteristiche meccaniche di interesse per le carte per cartone ondulato con l'aumentare della percentuale di fibra di canapa raffinata utilizzata. In particolare, crescono linearmente le resistenze a compressione (SCT), di primaria importanza per le carte per ondulatori, così come le resistenze a trazione (Scoppio) anch'esse importanti per le carte per copertina.

Migliora anche la resistenza a lacerazione, caratteristica di primaria importanza per carte industriali per la realizzazione di sacchi e shopping bag.

Peggiora chiaramente il ruvido della superficie, ma questo non è di interesse per le carte avana per ondulatori, soprattutto per le onde.

Altra caratteristica da commentare è la densità della carta che rimane pressoché invariata fino ad un utilizzo del 30% delle fibre di canapa.

Da notare che il colore dei foglietti realizzati tende a scurirsi, con l'aumentare della percentuale di fibre di canapa, così come le impurità (schegge), ma normalmente tutte le carte per ondulatori vengono opportunamente colorate e quindi non sembra essere un problema.

Infine, pur non avendo a disposizione sufficienti fibre di canapa, abbiamo cercato di indagare almeno la tendenza degli effetti dei tempi di raffinazione sulle caratteristiche di resistenza dei foglietti; per

questo è stato fatto un prelievo di fibre dopo 20 minuti di raffinazione e realizzati foglietti con composizione fibrosa:

- 70% carta di recupero e 30% canapa (dopo raffinazione 20 minuti)

così da poterli confrontare con gli altri con le stesse percentuali di fibre, ma con 30 minuti di raffinazione.

I risultati sono riportati sia sul file di excel sia sul grafico ed evidenziano le stesse tendenze: una piccola riduzione dell'incremento dei valori di resistenza, come ipotizzabile con valori di °SR inferiori, ma pur sempre un apprezzabile incremento (intorno al 10%) rispetto al foglietto con le sole fibre di recupero.

9.4 Studio dei metalli presenti in campioni di canapa coltivata nelle aree agricole contigue all'impianto Ilva di Taranto.

La canapa sativa coltivata nelle aree messe a disposizione dall'Azienda Agricola Masseria Carmine di proprietà dei Fornaro, localizzate non lontano dall'azienda ILVA e già individuate come terreni da bonificare.

La coltivazione di canapa sativa mirava quindi anche a verificare la capacità di assorbimento di eventuali microinquinanti presenti nel suolo e la distribuzione degli stessi all'interno della pianta.

Le singole piante coltivate sono state quindi estirpate con l'intera radice al momento dell'infiorescenza.

In tal modo si sono ottenuti tre diversi campioni:

- 1) L'apparato radicale fino alle prime fibre lunghe;
- 2) La parte centrale costituita prevalentemente da fibre lunghe;
- 3) La parte superiore costituita dalle infiorescenze.

I campioni così ottenuti sono stati poi inviati al laboratorio di Lucense di Lucca perché si potessero effettuare le analisi sui microinquinanti presenti.

Per questo studio il laboratorio ha analizzato mediante lo strumento ICP-OES Shimadzu (modello ICPE-9820) i campioni di piante di canapa ricevuti, suddivise in radici, fusto e foglie.

Nello strumento sono stati introdotti dei campioni derivanti dalla mineralizzazione in microonde con attacco acido di provini delle tre diverse sezioni della pianta.

Considerato il possibile uso della canapa come pianta adatta a processi di fitodepurazione del suolo, sono stati quantificati i metalli presenti in tabella 1 (vedi ALLEGATO 2).

	Piombo (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Nichel (mg/kg)	Rame (mg/kg)	Zinco (mg/kg)	Arsenico (mg/kg)
Radici	< 2	3.03	< 2	3.63	7.06	18.36	13.99
Fusto	< 2	< 2	< 2	< 2	2.73	9.15	6.94
Foglie	< 2	< 2	< 2	< 2	10.72	23.40	9.92

Tabella 1. Concentrazione media dei metalli ricercati nelle 3 sezioni della pianta

Infine, rame, zinco e arsenico sono risultati presenti in concentrazioni maggiori rispetto agli altri elementi cercati. Una particolarità che è stata riscontrata è che rame, zinco e arsenico presentano concentrazioni minori nel fusto rispetto alle altre due sezioni. Questo potrebbe essere dovuto al

meccanismo con cui i metalli vengono trattenuti all'interno delle differenti parti della pianta oppure ad una differente origine di questi contaminanti.

In ogni caso le analisi evidenziano che nelle parti terminali della pianta (radici e infiorescenze) si concentrano quantità di metalli maggiori di quelle che si ritrovano nella parte centrale della pianta (fusto).

10 CONCLUSIONI

Il lavoro di ricerca svolto dall'ATI rappresentata da Argeco srls ha fornito diversi elementi su cui si può concentrare l'attenzione della Regione Puglia.

1. La coltivazione della canapa sativa per la produzione di fibra macerata e di canapulo rappresenta un metodo valido di bonifica delle aree attualmente inquinate e non utilizzabili per scopi alimentari, in quanto consente alla pianta di estrarre dal suolo i microinquinanti (metalli pesanti), trattenendo la parte maggiore degli stessi nelle radici e nelle foglie, con la possibilità di utilizzare la parte centrale (fusto) costituita prevalentemente da fibre lunghe e canapulo.
2. Il fusto centrale può essere utilizzato in un processo che veda una prima stigliatura con separazione del canapulo dalla fibra, ed una successiva macerazione della fibra per ottenere fibra macerata per usi diversi.
3. La fibra macerata può essere utilizzata nel settore cartario sia come cellulosa, in sostituzione di cellulosa da alberi, sia come fibra di supporto per le fibre di cellulosa nei processi di riciclaggio di carta e cartone da imballaggi.
4. Si constata una buona possibilità di lavorazione/raffinazione delle fibre macerate, con tempi di raffinazione in linea con quelli utilizzati con fibre di cellulosa.
5. Significativo incremento delle prestazioni fisico meccaniche della carta, in particolare resistenza a compressione e trazione, con una crescita lineare proporzionale alla percentuale di impiego.
6. Decremento di liscio e presenza impurità non critiche.
7. L'utilizzo di fibre di canapa richiede la disponibilità in cartiera di una linea di preparazione impasti dedicata per fasi di ammolamento e raffinazione.
8. Occorre risolvere il problema di formazione schiuma.
9. Da valutare l'effetto a livello produttivo in termini complessivi di valutazione costi/benefici e di impatto sul processo. In ogni caso, si rende percorribile un percorso di bonifica dei suoli senza dover necessariamente ricorrere ad una totale copertura dei costi ma potendo disporre di un prodotto di interesse del mercato (in questo caso del settore cartario) con valori economici interessanti ed in grado di rappresentare fonte di reddito per i coltivatori coinvolti nelle attività di fitodepurazione.
10. È disponibile una tecnologia di lavorazione della canapa sativa, con macerazione delle fibre, che possa consentire di realizzare in Puglia un'attività di trasformazione della canapa sativa,

sia proveniente da attività di bonifica che di coltivazione tradizionale, in grado di affiancare le coltivazioni necessarie o potenzialmente attivabili nelle aree agricole regionali, ad integrazione delle altre colture, prevalentemente cerealicole, e a sostegno del reddito agrario.

ALLEGATO 1

Spett.le
ARGECO srls
Via Gusceri, 1
55041 Camaione (LU)
c.a. ing. Giuseppe Vitiello

Lucca, 20.10.2021

Oggetto: Relazione studio di fibre di canapa

La relazione illustra l'attività di studio di laboratorio portata avanti sulle fibre di canapa macerate, i risultati conseguiti e le osservazioni emerse.

ATTIVITÀ REALIZZATA E RISULTATI OTTENUTI

Il laboratorio ha ricevuto tre campioni di fibre di canapa ottenute con tempi crescenti di macerazione, oltre alla fibra di canapa iniziale (non macerata). Ad una analisi visiva, i tre campioni di fibre ricevute mostrano un livello qualitativo migliore all'aumentare del tempo di macerazione, in termini di minor impurità presenti e uniformità delle fibre.

Dei campioni di fibre di canapa macerata consegnati sono stati utilizzati i campioni siglati con i numeri 1 e 2 per prove iniziali di messa a punto del metodo, il campione 3 invece, consegnato in quantità maggiore, ha consentito di effettuare lo studio nella sua completezza.

Lo studio è stato condotto utilizzando come raffinatore una strumentazione largamente diffusa a livello di laboratorio per lo studio delle paste: il "raffinatore Olandese Valley". La metodologia seguita è illustrata nell'appendice 1.

Poiché le fibre di canapa consegnate erano allo stato secco, si è proceduto ad una fase preliminare di ammolamento/imbibizione, come si usa fare anche per le fibre di cellulosa. Causa la scarsità dei campioni in oggetto non è stato fatto uno studio del tempo minimo necessario per una loro completa imbibizione; occorrerà approfondire questo aspetto in studi successivi. Visivamente si è osservata una risposta positiva già con poche ore di imbibizione; per sicurezza abbiamo prolungato per un tempo maggiore di 12 ore.

In maniera preliminare, con i campioni 1 e 2, si è potuto accertare la effettiva possibilità della raffinazione: l'osservazione al microscopio delle fibre di canapa all'inizio della raffinazione mostra fibre lunghe e grosse (foto 1 e 2); con il procedere della raffinazione, le fibre si aprono e si frantumano in fibre più piccole (foto 3-4-5-6).

LUCENSE SCaRL

Traversa prima di Via della Chiesa di Sorbano del Giudice n. 231
55100 LUCCA IT
Tel: + 39 0583 493616 - Fax + 39 0583 493617
www.lucense.it - info@lucense.it

P. IVA 01111910467
C.S. € 774.750 - R.E.A. CCIAA LU n. 118314
Organismo di Ricerca ai sensi della Comunicazione CE n. 2006/C 323/01

Si è poi osservato che oltre i 30 minuti di raffinazione la frantumazione diventa eccessiva e il drenaggio peggiora sensibilmente, per cui si è stabilito di effettuare la prova completa fermandoci ai 30 minuti di raffinazione. In sostanza, la prima conclusione è stata che la fibra risulta “facilmente raffinabile”, ovvero non richiede tempi lunghi di raffinazione, né di conseguenza energie applicabili rilevanti. I grossi grumi di fibre iniziali si omogeneizzano in modo da creare un impasto con un mix di fibre adeguato.

Più in dettaglio, al termine dei 30 minuti di raffinazione l’impasto di fibre di canapa non risulta omogeneo, cioè sono presenti frammenti di fibre di varie lunghezze con tanti fini e fibre corte, con anche fibre lunghe che tendono a creare ancora grumi, ma in misura molto inferiore alla situazione di partenza (foto 7-8).



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4

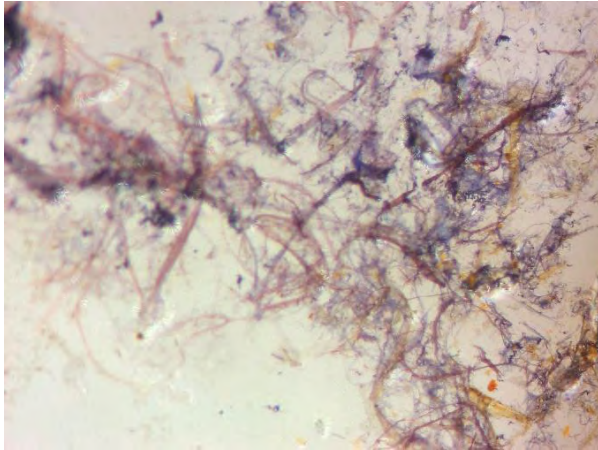


FOTO 5

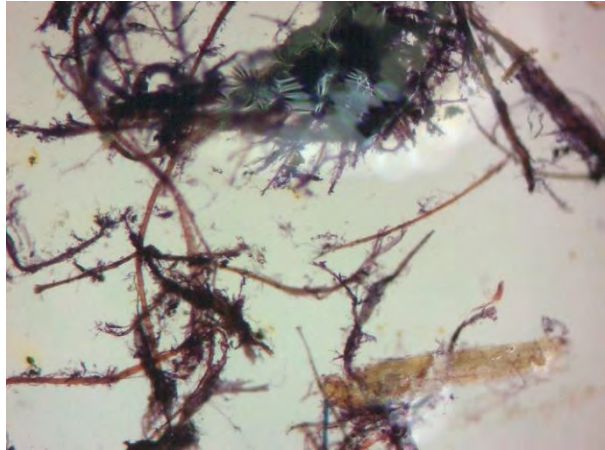


FOTO 6

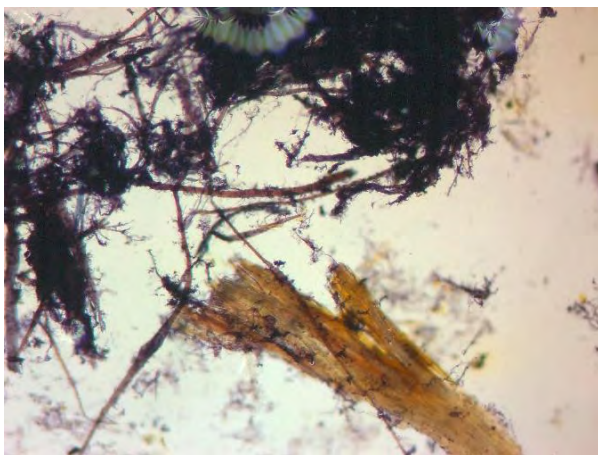


FOTO 7

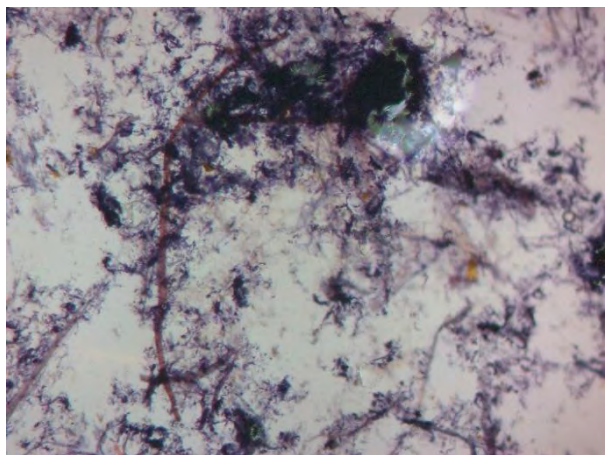


FOTO 8

Misurando per vari tempi di raffinazione il drenaggio mediante °SR (Schopper Rigler – parametro per la determinazione della scolantezza di una sospensione fibrosa diluita) abbiamo osservato:

- dopo la fase di spappolamento di 5 minuti 14-16 °SR (prima della raffinazione)
- dopo 10 minuti di raffinazione 24-28
- dopo 15 minuti di raffinazione 38-42
- dopo 20 minuti di raffinazione 50-60
- dopo 30 minuti di raffinazione 62-70

Altre osservazioni già emerse nelle prove preliminari e confermate nello studio successivo:

- Durante la raffinazione si ha il problema di formazione schiuma con grandi bolle (foto 9-10); per ridurre il fenomeno abbiamo eliminato l'acqua di ammollamento, ma anche così facendo se ne produce ancora molta (necessiterà pensare ad un'aggiunta di antischiuma);
- Non si riesce a lavorare con il raffinatore con concentrazioni elevate, soprattutto in fase iniziale quando si formano grosse trecce di fibre. Per cui, rispetto al 2% standard, siamo passati a fare la raffinazione con concentrazioni inferiori all'1%. Nel dettaglio abbiamo fatto 2 batch con lo 0,75% e 0,8%;

- Una volta effettuata la raffinazione, quando siamo passati alla fase di mix con altre fibre riciclate si è osservato la formazione di trecce attorno alla pala di agitazione, ma questo problema può essere superato con altri sistemi industriali di agitazione.



FOTO 9



FOTO 10

L'obiettivo perseguito, in questa prima sperimentazione, di utilizzo delle fibre di canapa così ottenute è stato quello di verificare l'impatto sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle carte per packaging, in particolare delle carte per scatole in cartone ondulato realizzate in Italia con fibre di recupero. Ci siamo così concentrati su carte per ondulatori con le grammature tipiche più utilizzate in questo settore di 115-145 g/m².

Pertanto, effettuata la raffinazione con le modalità esposte, abbiamo realizzato dei foglietti facendo dei mix con fibre di recupero ottenute spapolando una carta riciclata tipo medium per ondulatori e realizzando dei mix con le fibre di canapa raffinate con le seguenti composizioni percentuali:

- 100% carta di recupero tipo medium
- 90% carta di recupero e 10% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)
- 70% carta di recupero e 30% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)
- 50% carta di recupero e 50% canapa (dopo raffinazione 30 minuti)

Sono stati realizzati anche foglietti di canapa al 100%: abbiamo notato che il tempo di drenaggio si allunga sensibilmente, e, quando il foglio viene staccato, resta uno strato di fibre fini sulla tela. In particolare per la fase di essiccazione del foglio sono necessari tempi superiori (circa 15 minuti) rispetto

ai tempi standard (circa 10 minuti) e inoltre abbiamo notato che i foglietti risultano significativamente ondulati, il problema probabilmente si può superare con tempi, pressioni e temperature maggiori.

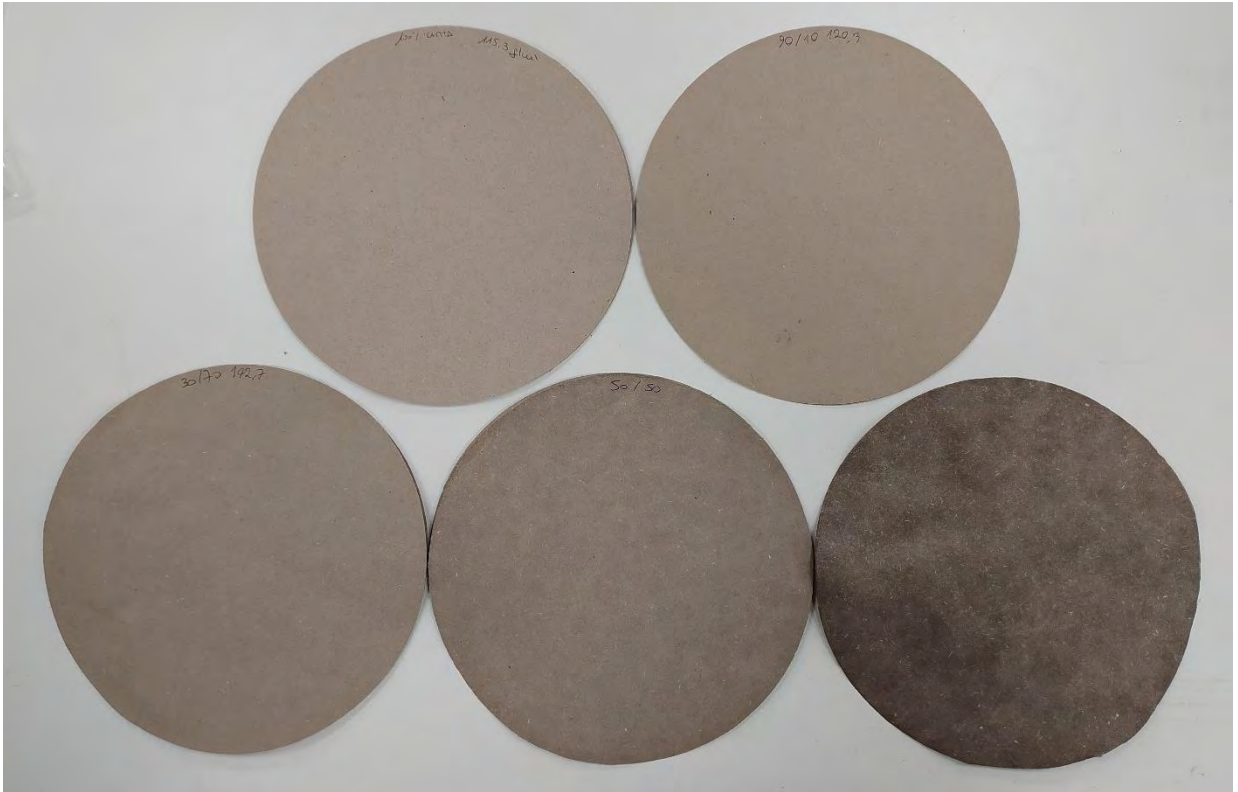
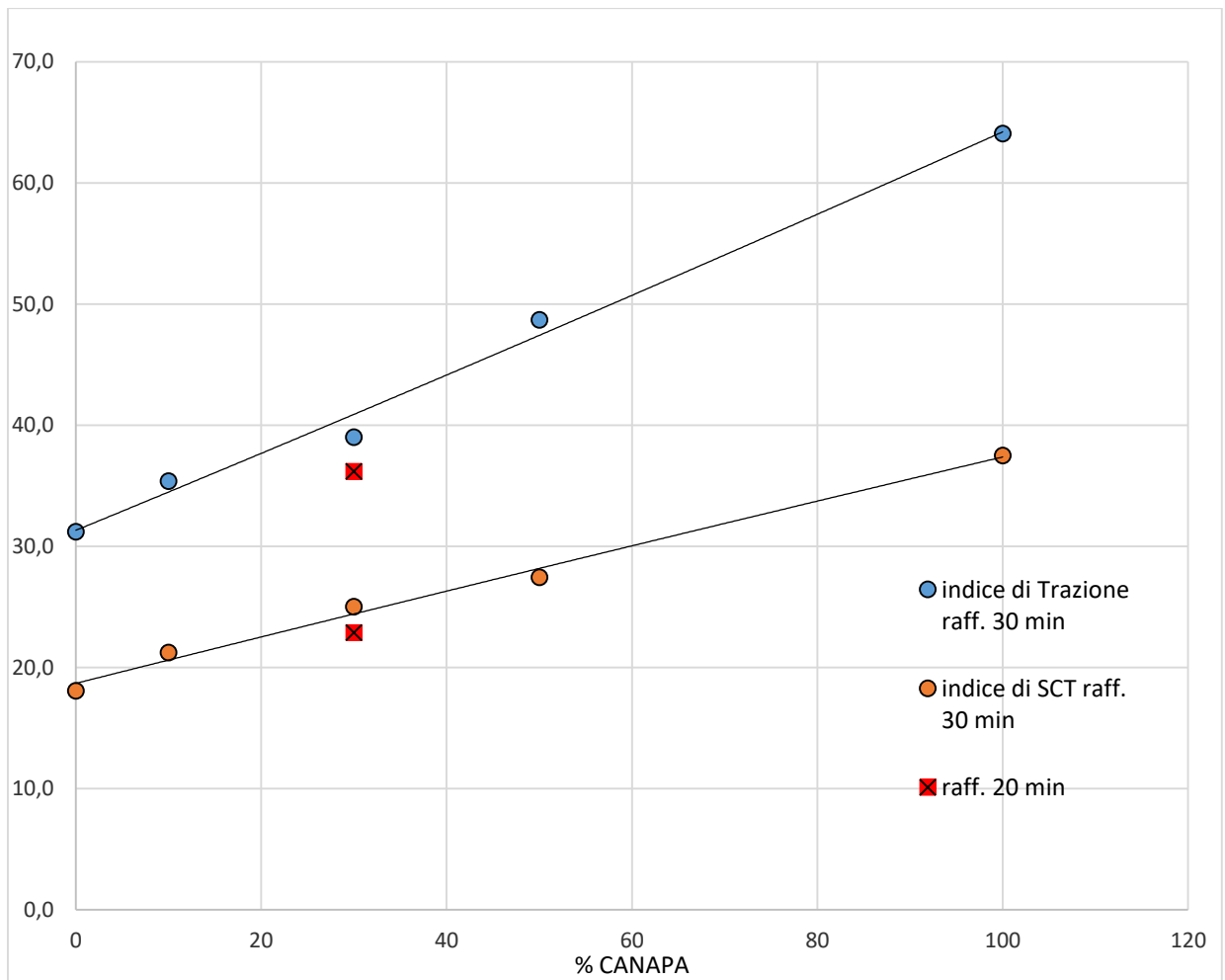


FOTO 11: foglietti realizzati con diverse concentrazioni di fibre di canapa.

Da sinistra in alto: 0%, 10%, 30%, 50% e 100%

Su tutte le campionature di foglietti di laboratorio realizzate sono state effettuate delle prove di caratterizzazione fisico- meccanica: densità, spessore, liscio, resistenza a trazione, resistenza a lacerazione, resistenza a compressione SCT, resistenza allo scoppio e rigidità a flessione.

I risultati sono riportati nelle tabelle di excel allegata e le caratteristiche più significative sintetizzate nel grafico qui sotto riportato che si riferisce solo ai valori di resistenza a trazione e compressione SCT



Come emerge dai dati riportati nella tabella allegata e nel grafico si osserva un notevole incremento delle caratteristiche meccaniche di interesse per le carte per cartone ondulato con l'aumentare della percentuale di fibra di canapa raffinata utilizzata. In particolare crescono linearmente le resistenze a compressione (SCT), di primaria importanza per le carte per ondulatori, così come le resistenze a trazione (Scoppio) anch'esse importanti per le carte per copertina.

Migliora anche la resistenza a lacerazione, caratteristica di primaria importanza per carte industriali per la realizzazione di sacchi e shopping bag.

Peggiora chiaramente il ruvido della superficie, ma questo non è di interesse per le carte avana per ondulatore, soprattutto per le onde.

Altra caratteristica da commentare è la densità della carta che rimane pressoché invariata fino ad un utilizzo del 30% delle fibre di canapa.

Da notare che il colore dei foglietti realizzati tende a scurirsi, con l'aumentare della percentuale di fibre di canapa, così come le impurità (schegge), ma normalmente tutte le carte per ondulatore vengono opportunamente colorate e quindi non sembra essere un problema.

Infine, pur non avendo a disposizione sufficienti fibre di canapa, abbiamo cercato di indagare almeno la tendenza degli effetti dei tempi di raffinazione sulle caratteristiche di resistenza dei foglietti; per

questo è stato fatto un prelievo di fibre dopo 20 minuti di raffinazione e realizzati foglietti con composizione fibrosa:

- 70% carta di recupero e 30% canapa (dopo raffinazione 20 minuti)

così da poterli confrontare con gli altri con le stesse percentuali di fibre, ma con 30 minuti di raffinazione. I risultati sono riportati sia sul file di excel sia sul grafico ed evidenziano le stesse tendenze: una piccola riduzione dell'incremento dei valori di resistenza, come ipotizzabile con valori di °SR inferiori, ma pur sempre un apprezzabile incremento (intorno al 10%) rispetto al foglietto con le sole fibre di recupero.

Nota: per ulteriori dettagli vedere nel file di excel allegato alla presente relazione.

CONCLUSIONI

1. Buona possibilità di lavorazione/raffinazione delle fibre, con tempi di raffinazione in linea con quelli utilizzati con fibre di cellulosa;
2. Significativo incremento delle prestazioni fisico meccaniche della carta, in particolare resistenza a compressione e trazione, con una crescita lineare proporzionale alla percentuale di impiego;
3. Decremento di liscio e presenza impurità non critiche;
4. Necessità di ulteriori prove su campioni 1 e 2 con macerazione più bassa e con differenti tempi di imbibizione e raffinazione;
5. L'utilizzo di fibre di canapa richiede la disponibilità in cartiera di una linea di preparazione impasti dedicata per fasi di ammolamento e raffinazione;
6. Occorre risolvere il problema di formazione schiuma
7. Da valutare l'effetto a livello produttivo in termini complessivi di valutazione costi/benefici e di impatto sul processo.

A vostra disposizione per ogni chiarimento eventualmente necessario.

Distintamente

Responsabile tecnico
Laboratorio Centro Qualità Carta
Marco Buchignani

Appendice 1

Metodo seguito nello studio:

La canapa macerata ricevuta è stata messa in ammollo in acqua per 24h prima di procedere allo spappolamento e raffinazione.

La fase di spappolamento è stata effettuata direttamente nel raffinatore “Olandese Valley”, come previsto dal metodo: è stata aggiunta la canapa lentamente con 15lt di acqua, aggiunti altri 5lt di acqua per arrivare ad una concentrazione intorno all'1% e successivamente fatta omogeneizzare e spappolare per 5 minuti senza aggiungere pesi o compressioni alle ruote dentate. E' stato misurato lo °SR iniziale dell'impasto (valutazione del drenaggio) e quindi aggiunti i pesi per iniziare la raffinazione tra le ruote dentate dello strumento.

Durante la raffinazione sono stati fatti prelievi per la misura dello °SR ai seguenti intervalli di 10, 15, 20 e 30 minuti.

Dopo 20 minuti è stato effettuato un prelievo di 2,5lt per fare una campionatura di foglietti da laboratorio

Dopo 30 minuti sono stati effettuati vari prelievi in successione per fare dei mix tra fibre di canapa e fibre di carta da riciclo ottenute dallo spappolamento di carta Medium per ondulatori.

I vari mix con diverse percentuali sono stati omogeneizzati con agitatore standard e quindi utilizzati per realizzare varie campionature di foglietti da laboratorio.

ALLEGATO 2

Spett.le
ARGECO srls
Via Gusceri, 1
55041 Camaiore (LU)
C.A. ing. Giuseppe Vitiello

Lucca, 16.12.2021

Oggetto: *Relazione studio di metalli pesanti in campioni di Canapa*

Studio dei metalli presenti in campioni di canapa

Per questo studio sono stati analizzati mediante lo strumento ICP-OES Shimadzu (modello ICPE-9820) alcuni campioni di piante di canapa ricevuti dal cliente, suddivise in radici, fusto e foglie.

Nello strumento sono stati introdotti dei campioni derivanti dalla mineralizzazione in microonde con attacco acido di provini delle tre diverse sezioni della pianta.

Considerato il possibile uso della canapa come pianta adatta a processi di fitodepurazione del suolo, sono stati quantificati i metalli presenti in *tabella 1*.

Tabella 1. Concentrazione media dei metalli ricercati nelle 3 sezioni della pianta

	Piombo (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Nichel (mg/kg)	Rame (mg/kg)	Zinco (mg/kg)	Arsenico (mg/kg)
Radici	< 2	3.03	< 2	3.63	7.06	18.36	13.99
Fusto	< 2	< 2	< 2	< 2	2.73	9.15	6.94
Foglie	< 2	< 2	< 2	< 2	10.72	23.40	9.92

Dai risultati ottenuti si può osservare che piombo e cadmio sono risultati in concentrazione inferiore al LOQ del metodo adottato, pertanto il loro assorbimento da parte della pianta può essere considerato trascurabile.

Il cromo e il nichel invece sono stati quantificati esclusivamente nelle radici, con concentrazioni relativamente basse.

LUCENSE SCaRL

Traversa prima di Via della Chiesa di Sorbano del Giudice n. 231
55100 LUCCA IT
Tel: + 39 0583 493616 - Fax + 39 0583 493617
www.lucense.it - info@lucense.it

P. IVA 01111910467
C.S. € 774.750 - R.E.A. CCIAA LU n. 118314
Organismo di Ricerca ai sensi della Comunicazione CE n. 2006/C 323/01

Infine rame, zinco e arsenico sono risultati presenti in concentrazioni maggiori rispetto agli altri elementi cercati. Una particolarità che è stata riscontrata è che rame e zinco presentano concentrazioni minori nel fusto rispetto alle altre due sezioni. Questo potrebbe essere dovuto al meccanismo con i metalli vengono trattenuti all'interno delle differenti parti della pianta oppure ad una differente origine di questi contaminanti.

Distintamente

*Responsabile Area
Sostenibilità e Innovazione*
Simone Giangrandi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Simone Giangrandi', written in a cursive style.