

**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**

## **MANUALE TECNICO-SCIENTIFICO DI SINTESI DEL PROGETTO**

## Sommario

<b>1 – Il progetto CARTANAPA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 – Dati generali.....</b>	<b>5</b>
<b>2 – La Masseria Carmine .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 – La storia e i danni da inquinamento ambientali dell’Ilva.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 - Caratteristiche del territorio di interesse.....</b>	<b>7</b>
<b>3 – La coltivazione della canapa sativa come opportunità per il miglioramento dei suoli agricoli del meridione ed il rilancio di una economia agricola ecosostenibile.....</b>	<b>8</b>
<b>4- Scelta delle varietà di canapa sativa.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 – Var. Felina 32 .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 – Var. Futura 75 .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3 – Var. Futura 83 .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 – Var. Santhica 70.....</b>	<b>10</b>
<b>5- Medie climatiche Provincia di Taranto ed epoca di semina .....</b>	<b>11</b>
<b>6 - Operazioni colturali .....</b>	<b>13</b>
<b>6.1 – Lavori di preparazione del terreno .....</b>	<b>13</b>
<b>6.2 – Concimazione organica con compost .....</b>	<b>13</b>
<b>6.2.1 – Calcolo della quantità di compost necessaria .....</b>	<b>14</b>
<b>6.3 – Diserbo meccanico .....</b>	<b>15</b>
<b>6.4 – Semina .....</b>	<b>16</b>
<b>6.4.1 - Caratteristiche dei semi.....</b>	<b>16</b>
<b>6.4.2 - Sesti e distanze per produzione semi .....</b>	<b>16</b>
<b>6.5 – Irrigazione .....</b>	<b>16</b>
<b>6.6 – Raccolta della paglia (fibra + canapulo).....</b>	<b>16</b>
<b>7 - Lavori post-raccolta della s.s.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1 - Produzione di canapulo per bioedilizia e di fibra macerata per carta e tessuti.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2– Stigliatura per la separazione della fibra dal canapulo .....</b>	<b>17</b>
<b>7.3 – Macerazione della fibra.....</b>	<b>19</b>
<b>7.4 – Lavorazione delle fibre macerate e produzione di carta .....</b>	<b>19</b>
<b>7.5 Studio dei metalli presenti in campioni di canapa coltivata nelle aree agricole contigue all’impianto Ilva di Taranto. ....</b>	<b>29</b>
<b>8 CONCLUSIONI.....</b>	<b>30</b>

## 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 SRL 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 colturale 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 si è inteso 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.

## **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 - Caratteristiche del territorio di interesse

La provincia di Taranto ha un'estensione territoriale di 1.596,21 km<sup>2</sup>, con una leggera prevalenza di territorio pianeggiante, mentre la restante parte è di natura collinare. La S.A.U. copre 1.367,64 km<sup>2</sup> 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
<b>totale</b>	<b>239698994,56</b>	<b>100</b>

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 CO<sub>2</sub> 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- Scelta delle varietà di canapa sativa

Per la coltivazione della canapa si propone di utilizzare inizialmente varietà francesi monoiche (ad esempio Felina 32, Futura 75, Futura 83 e Santhica 70). Successivamente, a seguito di una campagna di individuazione di varietà genetiche adatte al territorio, si può ipotizzare di utilizzare varietà derivate da germoplasma disponibile presso la banca semi regionale e nazionale.

##### 4.1 – Var. Felina 32

“**Felina 32**” è una varietà monoica francese ottenuta dall’incrocio di Kompolti con Fibrimon 24 con 50% femmine e 50% monoiche. Una delle varietà più diffuse in Francia. Piante di medie dimensioni con insorgenza di fioritura intermedia e breve e con ottima resa di canapulo, fibra e seme.

**Ciclo Vegetativo:** 130-150 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: Kg/ha:** 600 – 1000

**THC:** < 0,2 %

**CBD:** 2-5 %

##### 4.2 – 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 %

#### 4.3 – Var. Futura 83

“**Futura 83**” è una varietà monoica francese. Grazie al suo ciclo di fioritura tardiva è particolarmente indicata per la produzione di fibre nell'Europa meridionale.

**Ciclo Vegetativo:** 112-117 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 %

#### 4.3 – Var. Santhica 70

“**Santhica 70**” è anch'essa una varietà monoica francese dedicata esclusivamente alla resa in fibra. Il ciclo annuale è medio tardivo con una resa in fibra per mq molto alta ma povera del cannabinoide CBD.

**Ciclo Vegetativo:** 97-102 giorni

**Altezza:** 2,0 - 3,0 metri

**Piena fioritura:** luglio

**THC:** < 0,2 %

**CBD:** molto basso

## 5- Medie climatiche Provincia di Taranto ed epoca di semina

Nella seguente tabella sono indicate le medie climatiche di Taranto.

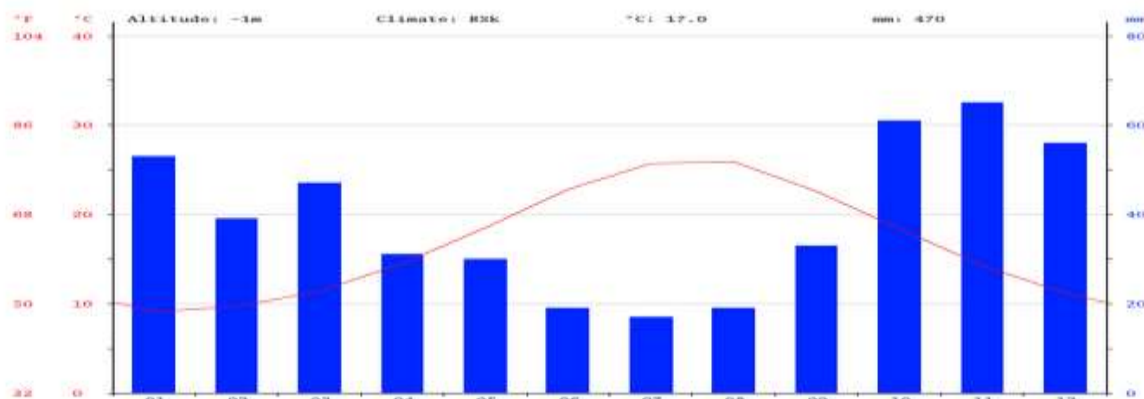


Tabella 3: Medie pluvio termometriche di Taranto

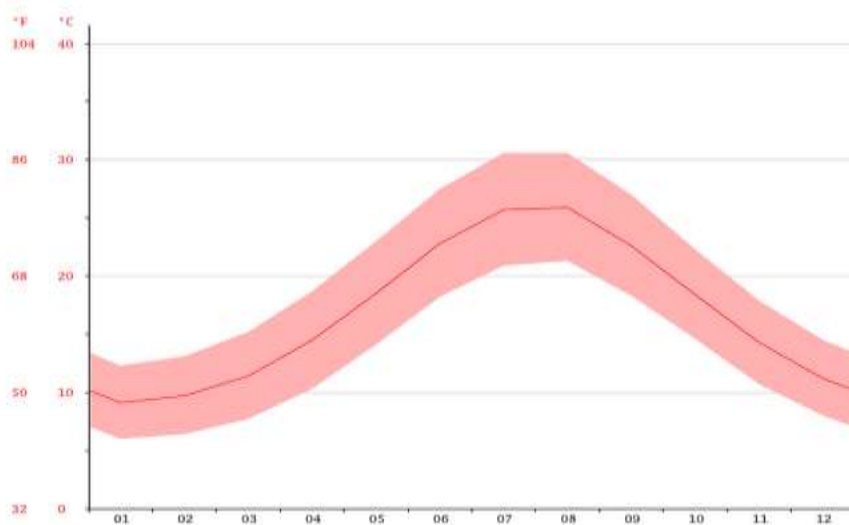


Grafico 1: Temperature medie con valori minimi e massimi di Taranto.

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 allevate per i semi limitandone notevolmente lo sviluppo e la formazione degli stessi.

Per tale motivo in sud Italia e nella regione Puglia in particolare è sconsigliabile la canapicoltura per la produzione del seme con semina tardiva, mentre al contrario è consigliabile la coltivazione della canapa con semina anticipata e var. tardive per la produzione di biomassa (canapulo e fibra)

Per limitare comunque 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 con varietà da fibra: usando varietà per fibra si riduce il ciclo vegetativo della pianta perché si raccoglie alla fase fenologica della fioritura quando cioè il contenuto in fibra è ai massimi livelli quantitativi e qualitativi (maggiore rapporto tra fibre lunghe e corte);
- anticipando l'epoca di semina: in tal modo si riesce ad usufruire maggiormente delle piogge primaverili e statisticamente si è visto che produzioni maggiori di biomassa (canapulo + fibra) si riescono ad ottenere con semine a fine marzo inizio aprile;
- 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.

## 6 - Operazioni colturali

### 6.1 – Lavori di preparazione del terreno

In caso di presenza di vegetazione erbacea e arbustiva spontanea, la stessa dovrà essere eliminata in superficie tramite un primo trattamento di trinciatura.

Nel caso si tratti poi di un terreno sciolto franco sabbioso e trovandoci in clima arido, è consigliabile una lavorazione minima del terreno onde evitare troppo arieggiamento del suolo ed eccessiva perdita per ossidazione della già poca SO presente nel terreno.

Quindi subito dopo la concimazione organica del suolo con compost si esegue 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 compost.

In seguito, si passa 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.

### 6.2 – Concimazione organica con compost

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 compost laddove vi sia un contenuto di sostanza organica del suolo inferiore all'1-2%. In agricoltura biologica è consentita solo la concimazione organica quale mezzo per rivitalizzare il suolo migliorandone innanzitutto la fertilità microbiologica. Allo stesso tempo, dato il suo potere ammendante il compost 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 compost 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 N<sub>2</sub>O (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 compost, 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.

### **6.2.1 – Calcolo della quantità di compost necessaria**

Per il calcolo della quantità di compost da somministrare al terreno:

- Peso specifico di un terreno di medio impasto lavorato a 30 cm di profondità: p.s.a. 1,2 t/m<sup>3</sup>
- Quantità di suolo = 10.000 m<sup>2</sup>/ha × 0,3 m × 1.200 kg/m<sup>3</sup> = 3.600.000 kg/ha
- Quantità di sostanza organica (2% s.s.) = 72.000 kg di sostanza organica

Ipotizzando un coefficiente di mineralizzazione del 2% (suolo franco, ricco di scheletro):

- Quantità di humus mineralizzato = 72.000 kg × 2% = 1.440 kg/ha di humus mineralizzato

Bilancio di sostanza organica su 1 ha di terreno:

- Necessità di compost per il reintegro della sostanza organica mineralizzata = 1.440 kg/s.o.c./K1/U = 28.800 kg di compost = **28,8 t**

dove:

s.o.c. = sostanza organica % del compost (50%)

K1 = coefficiente isoumico % del compost (20%)

U = umidità % del compost (50%).

Il quantitativo di compost, e quindi di azoto, somministrabile al suolo deve però avvenire nel rispetto della Direttiva Nitrati del 1991 che mira a proteggere la qualità delle acque prevenendo l'inquinamento delle acque sotterranee e superficiali provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e che favorisce l'uso di corrette pratiche agricole.

L'attività di rilascio dell'azoto organico contenuto nel compost avviene gradualmente col processo di mineralizzazione in diversi anni e la maggiore quota si rende disponibile nel 2° e 3° anno dallo spandimento, mentre al 1° anno la quota prontamente disponibile è dal 9,4 al 15%.

Il contenuto percentuale sul tq di compost 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.

### **6.3 – 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 e se ne consiglia pertanto il diserbo meccanico solo in presemina; 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. Nel caso della produzione di seme però, 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.

## **6.4 – Semina**

### **6.4.1 - 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.

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

### **6.4.2 - Sesti e distanze per produzione semi**

Per la produzione di biomassa la canapa viene coltivata fitta per sfruttare il fenomeno di allungamento delle piante per “eziolatura” utilizzando kg 60/ha con una resa media di s.s. per ettaro stimata sulle 10 ton.

## **6.5 – 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 e vari livelli di disponibilità d'acqua (andamento pluviometrico stagionale): in ogni caso, posticipando la data di semina, la necessità d'acqua per la coltura diminuisce, in quanto un fotoperiodo sfavorevole riduce la crescita vegetativa.

Tuttavia, lo stress idrico impedisce il normale sviluppo della pianta ed in particolare il riempimento del seme compromettendone la produzione e questo è il motivo per cui in Puglia si consiglia solo la canapicoltura a semina anticipata per produzione della biomassa in s.s. e non anche per la produzione di seme.

## **6.6 – Raccolta della paglia (fibra + canapulo)**

Nella fase fenologica della fioritura la pianta arresta la sua crescita vegetativa avendo accumulato il massimo della fibra. A questo punto si passa con falciatrice tradizionale a denti e rotoimballatrice raccogliendo le paglie residue sistemate in andane con ranghinatore e fatte essiccare prima della raccolta fino ad un contenuto di umidità intorno al 13 %.



La resa in fibra cresce di circa il 25% durante la fioritura a causa della maturazione delle fibre degli internodi più in alto, motivo per cui per cui è impossibile massimizzare la resa e l'omogeneità della fibra quando si procede a raccolta dopo la maturazione del seme.

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.

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). 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.

## **7 - Lavori post-raccolta della s.s.**

### **7.1 - Produzione di canapulo per bioedilizia e di fibra macerata per carta e tessuti**

Dalla s.s. della canapa da fibra raccolta in fioritura si estraggono canapulo e fibra di qualità che possono essere ulteriormente lavorati l'uno per la produzione di materiali isolanti per la bioedilizia e per la produzione di calce-canapa mentre l'altra, dopo il processo di macerazione, per gli usi tessili e cartari.

### **7.2- 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.

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



*STIGLIATURA*

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



*FIBRA STIGLIATA*



*CANAPULO*

### **7.3 – 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.



FIBRA MACERATA

### **7.4 – 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.

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 ammollamento/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*



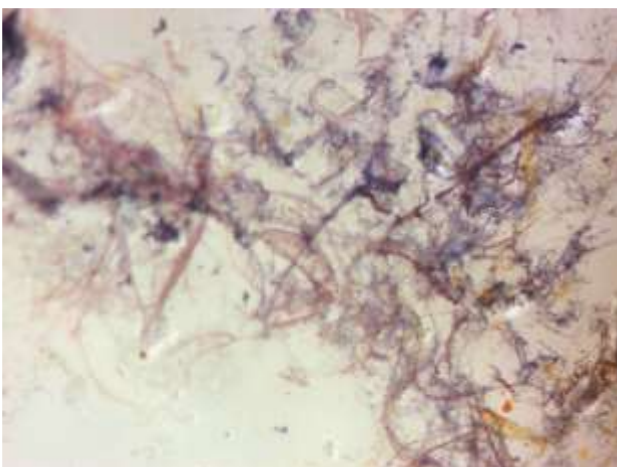
*FOTO 2*



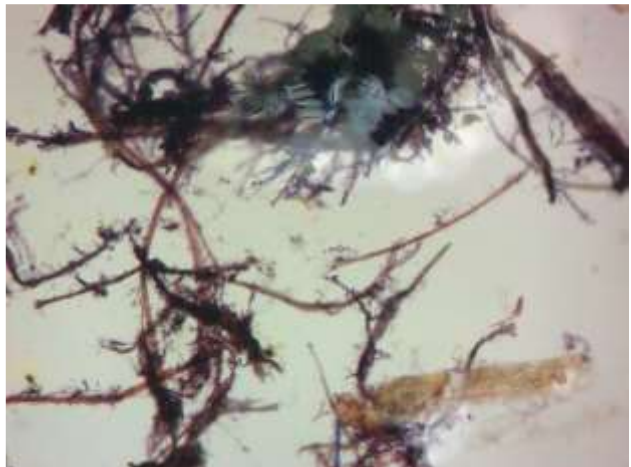
*FOTO 3*



*FOTO 4*



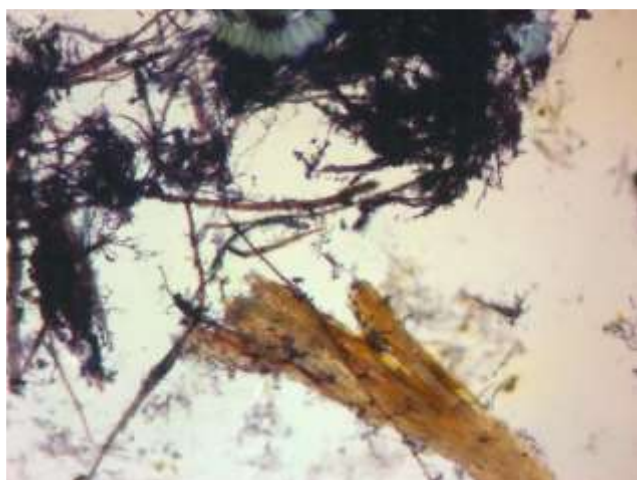
*FOTO 5*



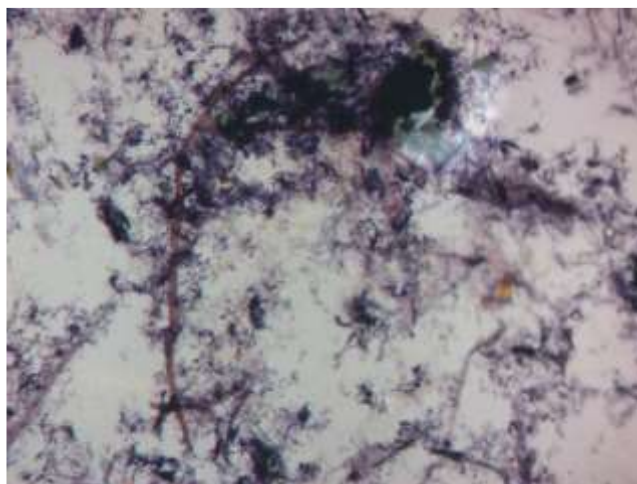
*FOTO 6*

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 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);



*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.

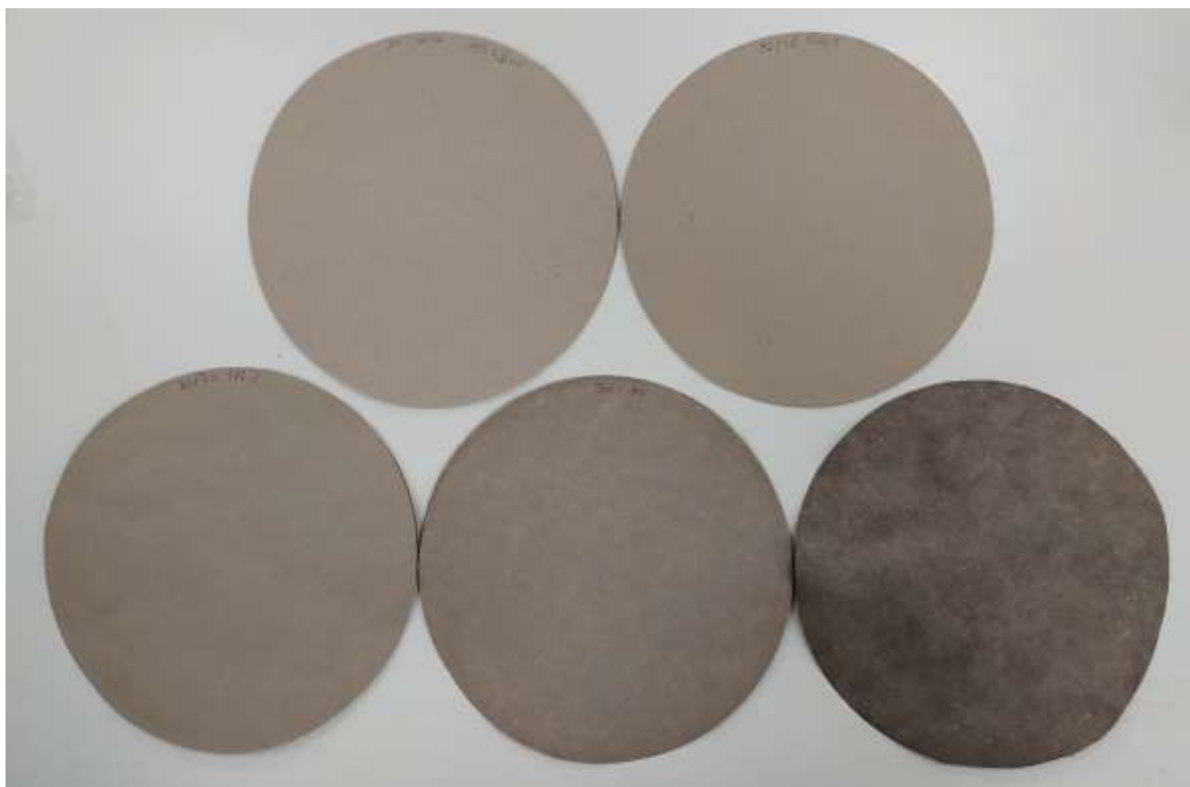
L'obiettivo perseguito, in questa prima sperimentazione, di utilizzo delle fibre di canapa così ottenute è stato quello di verificare l'impatto sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle carte per packaging, in particolare delle carte per scatole in cartone ondulato realizzate in Italia con fibre di recupero. Ci siamo così concentrati su carte per ondulatori con le grammature tipiche più utilizzate in questo settore di 115-145 g/m<sup>2</sup>.

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

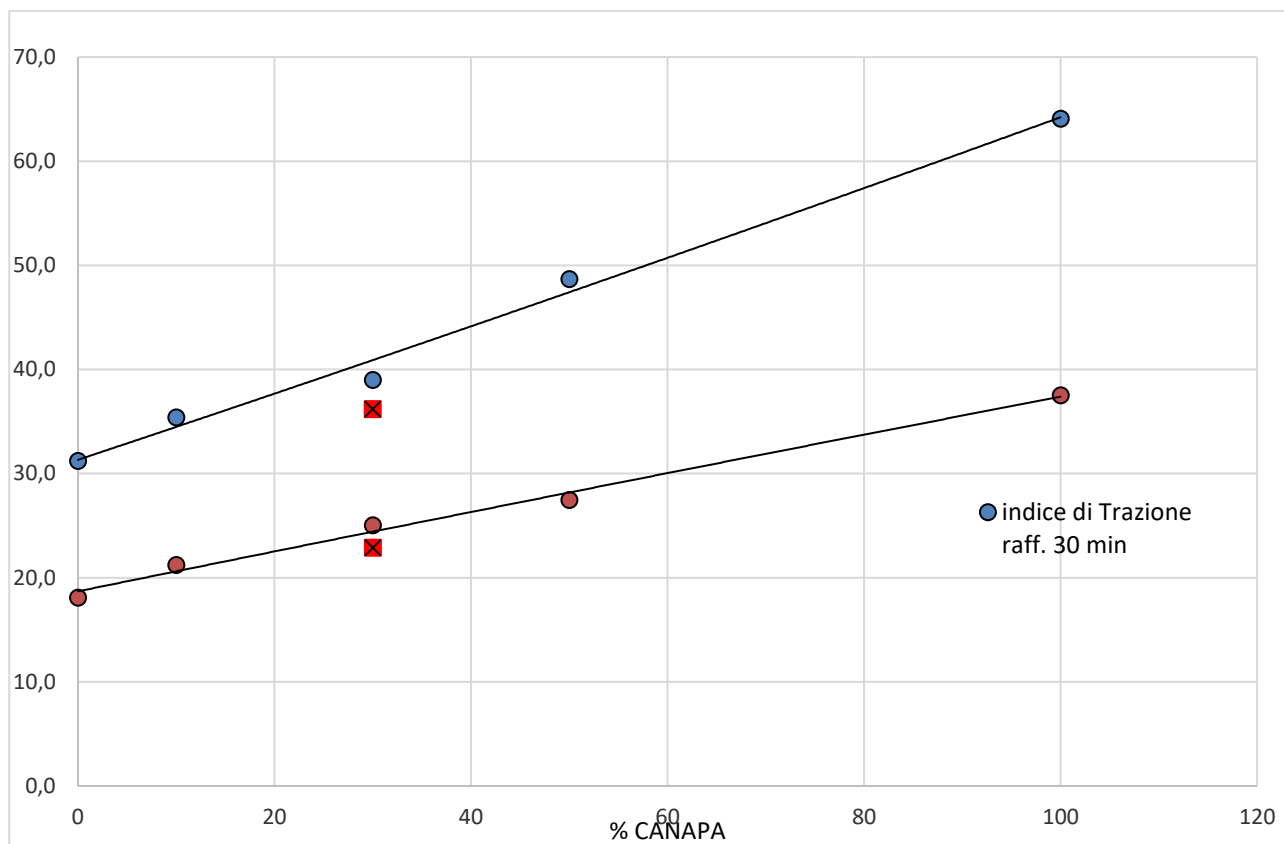
## FOGLIETTI CAMPIONE REALIZZATI CON CANAPA E CARTA PER ONDA BASE MACERO

% canapa	CAMPIONE	Liscio/Ruvindo Bendsen (ml/min)		Permeabilità all'aria Bendsen (ml/min)		Grammatura foglietto (g/m²)	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)	Rigidità 15°/50mm (mN)	Indice di Rigidità (Nm²/kg²)	Lacerazione - valore lacerometro	n. fogli utilizzati	Indice di Lacerazione (mN²m²/g)
0	100% Carta	1303	1220	1357	1229	118,8	3700	31,20	2,24	18,9	2,09	17,6	17,5	10,5	11,0	2	7,3
		1300	970	1347	1248	128,8	3850	30,36	2,29	18,1	2,37	18,7	19,0	9,3	12,0	2	7,4
		1235	1312	1214	1255	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	18,9	1,81	15,0	17,0	8,7	11,0	2	7,2
		1437	1151	1237	1298	123,8	3940	31,83	2,53	20,4	2,51	20,3	20,0	10,8	11,0	2	7,0
		<b>MEDIA</b>	<b>1288</b>	<b>1278</b>					<b>31,30</b>		<b>18,2</b>		<b>18,0</b>		<b>9,9</b>		
10	10% Canapa 90% Carta	1466	1723	574	489	115,9	4900	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	14,8	8,8	13,0	2	8,6
		1263	1705	481	405	119,0	4180	34,96	2,95	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	497	585	115,8	3930	33,94	2,67	23,1	2,44	21,1	14,0	9,0	12,0	2	8,1
		<b>MEDIA</b>	<b>1611</b>	<b>566</b>					<b>35,30</b>		<b>21,5</b>		<b>21,0</b>		<b>9,2</b>		
30	30% Canapa 70% Carta	1803	2128	88	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	3,29	24,4	20,0	8,2	17,0	2	9,9
		2036	2237	107	101	131,9	5390	40,86	2,90	22,0	2,96	22,4	21,0	9,2	17,0	2	10,1
		2569	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	4980	36,73	3,88	29,3	3,82	29,6	23,0	9,9	18,0	2	10,7
		<b>MEDIA</b>	<b>2046</b>	<b>101</b>					<b>39,80</b>		<b>24,2</b>		<b>25,8</b>		<b>9,5</b>		
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	16,0	8,9	13,0	2	8,8
		2494	2820	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	3,61	31,1	17,5	8,6	14,0	2	9,0
		2588	3538	21	21	121,3	5730	47,24	3,47	28,8	3,68	30,4	16,5	9,2	14,0	2	9,1
		<b>MEDIA</b>	<b>3058</b>	<b>21</b>					<b>48,69</b>		<b>26,4</b>		<b>28,5</b>		<b>9,5</b>		
100	100% Canapa	3850	3892	0	0	131,0	8620	67,33	4,08	31,1	4,63	36,8	27,5	12,2	14,0	2	8,4
		3868	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	31,6	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	63,99	5,52	41,8	5,08	38,5	28,0	12,2	15,0	2	8,9
		<b>MEDIA</b>	<b>3459</b>	<b>0</b>					<b>64,87</b>		<b>38,6</b>		<b>39,5</b>		<b>12,0</b>		
30	30% Canapa 70% Carta	3004	3295	192	210	147,9	4690	31,71	3,65	24,7	3,78	26,8	35,0	10,8	18,0	2	9,6
		2524	2850	183	188	141,8	5480	38,95	3,02	21,3	2,70	19,0	38,5	13,5	20,0	2	11,1
		3068	3249	203	206	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
		<b>MEDIA</b>	<b>2928</b>	<b>201</b>					<b>36,19</b>		<b>22,2</b>		<b>22,9</b>		<b>11,8</b>		

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 <sup>6</sup> /kg <sup>3</sup>	9,9	9,2	9,5	9,5	12,0	11,8
Indice di Lacerazione	mN*m <sup>2</sup> /g	7,3	8,1	9,8	8,8	8,7	10,5

**Valori medi foglietti**

Grammatura	g/m <sup>2</sup>	115,8	123,0	144,0	128,3	138,4	141,7
Spessore	µm	186	195	228	189	187	242
densità	g/cm <sup>3</sup>	0,62	0,63	0,63	0,68	0,74	0,59
voluminosità	cm <sup>3</sup> /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 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.

#### **7.5 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.

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

## **8 - 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 al 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 ammollamento 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 ceralicole, e a sostegno del reddito agrario.