PROGETTO
VILLAGE PROJECT ECUADOR
(Vi Pro Ecu)

Proposta progettuale per agricoltura sostenibile da reddito con coltivazione ecocompatibile per produzione alimentare (food & feed), produzione di biomasse per energia da fonte rinnovabile (no-food) e trasformazione energetica in micro-impianti (micro-cogenerazione distribuita)

Prof. Alessandro Arioli
Agronomo
Università del Piemonte Orientale
Docente in Tecnologie delle biomasse
Presidente Istituto di Ricerca Dr. Arioli S.a.s.
RELATORE PER IL KNOW-HOW

Castelnuovo Bormida, 7 marzo 2011

NUCLEO DI 100 FAMIGLIE DI INVESTITORI ECUADOREGNI RESIDENTI ALL'ESTERO (ITALIA)

SENAMI

Universidad Agraria del Ecuador
La Granja

Vi Pro Ecu

LA PARTNERSHIP PROGETTUALE

APE
ASSOCIAZIONE PROGETTAZIONE EUROPEA

ISTITUTO RICERCA ARIOLI

ISTITUTO DI RICERCA Dott. Arioli e C. S.a.s.

MYBASOL

Mybasol S.r.l.
Spin off dell'Università del Piemonte Orientale

ECUADOR, LE 3 REGIONI GEOGRAFICHE E OROGRAFICHE

The Galapagos Islands

VILLAGE PROJECT ECUADOR

IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE DA REDDITO CON COLTIVAZIONE ECOCOMPATIBILE PER PRODUZIONE ALIMENTARE (FOOD & FEED), PRODUZIONE DI BIOMASSE PER ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE (NO-FOOD) E TRASFORMAZIONE ENERGETICA IN MICRO-IMPIANTI (MICRO-COGENERAZIONE DISTRIBUITA)

IL TARGET PROGETTUALE

"VILLAGE PROJECT ECUADOR" È UN MODELLO DI SVILUPPO SOSTENIBILE E DI ETHIC-BUSINESS PER COMUNITÀ RURALI ECUADOREGNE ATTRAVERSO L'INTEGRAZIONE TRA PRODUZIONE ALIMENTARE ED ENERGETICA E LA TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ ESISTENTE.

LA PROPOSTA PROGETTUALE

La ricerca di modelli di sviluppo sostenibile per le comunità rurali nei Paesi situati tra i due tropici è divenuta un'esigenza irrinunciabile per la comunità internazionale.
Essa transita attraverso strategie e modelli sostenibili di coesistenza tra produzione agroalimentare, produzione di energia da fonte rinnovabile e ruolo multifunzionale dell'attività agricola per il territorio.
Il processo di integrazione avviene nella logica della sinergia tra differenti filiere food (alimentazione umana), feed (alimentazione per la zootecnia) e no-food (produzioni non alimentari): il tutto attraverso la tutela della biodiversità autoctona esistente e con l'ottimizzazione dell'uso delle risorse naturali, ad iniziare dall'utilizzo razionale dell'acqua.
Il **Progetto ViProEcu** tratta la a proposizione di un modello di "Village Project Ecuador", il quale porta a sintesi le esperienze di un ventennio di lavoro degli autori e Partners progettuali in aree tropicali e sub-tropicali in progetti a caratterizzazione **glocale,** cioè con effetti e risultati di valore "globale" ad applicabilità "locale".

VILLAGE PROJECT ECUADOR

IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

La ricerca di modelli di sviluppo sostenibile per le comunità rurali dell'Ecuador transita attraverso strategie e modelli sostenibili di coesistenza tra produzione agroalimentare, produzione di energia da fonte rinnovabile e ruolo multifunzionale dell'attività agricola per il territorio (temi che caratterizzeranno anche la prossima riforma della PAC, Politica Agricola Comunitaria, in Europa).

Gli interventi per lo sviluppo agricolo/agroalimentare in Paesi in via di sviluppo presentano troppo spesso "crisi di rigetto" dovute, tra le altre, alle seguenti cause:

- eccessivo peso dato al profitto teorico dell'investimento in fase di progettazione (senza riscontri né esperienze pratiche su cui poter contare), con "crisi di adattamento sul campo" per progettisti senza esperienza agricola;
- progetti distruttivi della biodiversità autoctona, e/o con essa incompatibili: dall'uso scriteriato di monocolture OGM su ampia scala, alla realizzazione di monocolture su ampissima scala come la palma da olio;
- progetti su scala multinazionale che non tengono conto delle prerogative socio-rurali e agropedoclimatiche preesistenti e che escludono il profitto delle comunità rurali locali (es. assenza di produzione di energia elettrica in loco con i cascami delle coltivazioni);
- progetti demolitivi delle risorse naturali locali, spesso limitate e da centellinare (es. acqua in areali semi-aridi);
- ridotta durata nel tempo delle strutture produttive, causata dall'assenza di profitto delle attività implementate (vi è la tendenza a finanziare "la realizzazione del sistema produttivo", ma non a finanziarne la gestione nel tempo).

Il processo di integrazione "sostenibile" tra progetto e realtà preesistente avviene nella logica della sinergia tra differenti filiere food (alimentazione umana), feed (alimentazione per la zootecnia) e no-food (produzioni non alimentari): il tutto attraverso la tutela della biodiversità autoctona esistente e con l'ottimizzazione dell'uso delle risorse naturali, ad iniziare dall'utilizzo razionale dell'acqua ("water conservation"), che la FAO sintetizza nel motto "more crop per drop" ("più raccolto per ogni goccia").

Il **Progetto ViProEcu** propone un modello innovativo per l'Ecuador di "Village Project", il quale porta a sintesi le esperienze di un ventennio di lavoro dei Partners in progetti a caratterizzazione **glocale**, la quale costituisce una sorta di "macro-organismo" in grado di sopravvivere anche in presenza di elementi agro-ambientali fortemente critici.

Sono stati ottenuti positivi risultati in svariati areali a differenti latitudini e in situazioni di notevole diversità etnica, culturale e di tradizioni; con esperienze sia di aridocoltura estrema (savana arida e deserto) sia di coltivazione ed allevamento in ecosistemi ad elevata fertilità sinergizzabili a produzione di energia da biomassa.

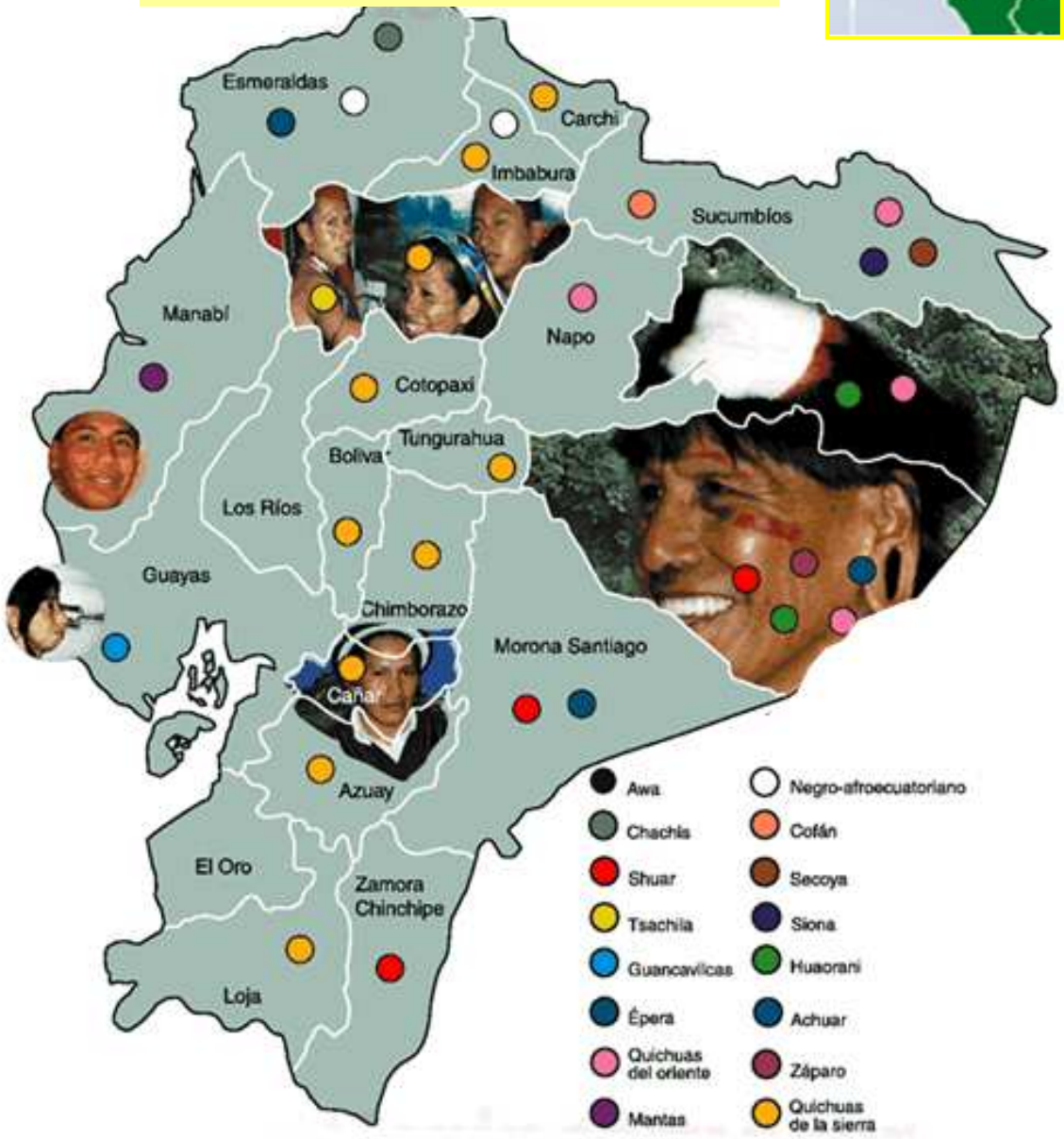
VILLAGE PROJECT ECUADOR

IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

La recente evoluzione della domanda di commodities trasferibili a livello mondiale (cereali, leguminose, oleaginose, biocarburanti liquidi, biomasse ligneo-cellulosiche), superiore come tendenza a livello mondiale alla disponibilità di prodotto, delinea uno scenario nel quale l'agri-business globalizzato si orienterà in misura sempre maggiore sulla richiesta di messa a dimora di ingenti superfici monospecifiche, se non addirittura monovarietali, nelle aree nelle quali la disponibilità fondiaria è più evidente, cioè nei PVS (Paesi in Via di Sviluppo).

I rischi di progetti poco affini alla realtà rurale preesistente sono tra loro negativamente sinergici: l'affermarsi di fitopatologie e parassitosi precedentemente sconosciute in loco, la salinizzazione dei terreni, la diminuzione/distruzione della fertilità organica originaria, la crisi idrica da diminuzione/ esaurimento/ peggioramento qualitativo dell'acqua di falda, l'affermarsi di erbe infestanti assuefatte a tecniche agronomiche incompatibili e reiterate, l'auto-tossicità di numerose specie coltivate secondo metodi di ripetizione scriteriata di monocoltura, etc.. delineano un quadro complesso e articolato, che richiede un know-how approfondito.

IL MIX ETNICO-CULTURALE



VILLAGE PROJECT ECUADOR

IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

In tal senso la proposizione di **"Village Project Ecuador"** si pone obiettivi "agro-bioetici" che si trasformano anche i n maggiore redditività e profitto economico/finanziario nonché in lunga durata della vita progettuale, attraverso il seguente "decalogo" di linee-guida etiche e tecnologiche:

1) coinvolgimento della comunità rurale pre-esistente e indigena nel processo decisionale iniziale (scelta della tipologia colturale, accettazione del modello di innovazione, condivisione della strategia di sviluppo di coltivazioni ed allevamenti tra loro interconnessi, condivisione dei profitti con gli investitori esterni di capitale).
2) Interazione tra produzione primaria di ogni appezzamento e valorizzazione dei cascami di coltivazione per la produzione di alimento zootecnico e/o biomassa a riutilizzo energetico locale.
3) Integrazione e interazione tra le 3 categorie di produzione di filiera: prodotto alimentare per l'uomo (food), alimentare per la zootecnia (feed) e ad utilizzo non-alimentare (no-food).
4) Abbinamento tra i sottoprodotti della produzione agricola vegetale e la produzione zootecnica impostata su numerosi micro-allevamenti a dimensione famigliare che privilegino il lavoro femminile.
5) Destinazione all'esportazione sui mercati internazionali dei prodotti vegetali ad utilizzo energetico (biomasse solide ligneo-cellulosiche e biomasse liquide come biocarburanti, es. oli vegetali e bioetanolo) per le sole produzioni eccedenti il consumo locale food, feed e no-food (energetico).
6) Dimensionamento di impianti di produzione di energia da biomassa secondo modelli di micro-cogenerazione distribuita, attraverso la scelta di realizzare numerosi micro-impianti energetici per l'utilizzo in loco dell'energia elettrica e termica prodotta e per la produzione di biocarburanti ad utilizzo in motori endotermici locali (es. autotrazione, gruppi moto-pompa e gruppi elettrogeni alimentabili a biodiesel).
7) Proposizione di sistemi di irrigazione impostati esclusivamente su micro-irrigazione ad elevata efficienza: irrigazione a goccia con fertirrigazione, s.d.i. (sub-surface drip irrigation, cioè sub-irrigazione a goccia con fertirrigazione interrando in modo semi-permanente le ali gocciolanti sotto l'apparato radicale delle piante), micro-sprinklers con fertirrigazione per le colture che necessitano anche di irrigazione climatizzante.
8) Valorizzazione delle risorse naturali rinnovabili e biodegradabili, creando le opportune sinergie tra biodiversità naturale autoctona (selezioni e miglioramento genetico « classico » non-OGM) e graduale e prudente introduzione di germoplasma esterno all'agroecosistema locale, favorendo:
    a) l'adattamento colturale a vari areali e a situazioni agropedoclimatiche marginali / sub-ottimali, caratterizzati da diversi andamenti meteorologici e caratteristiche dei terreni (es. terreni calcarei, salinizzati, a ridotto contenuto di sostanza organica, sassosi-ciottolosi, etc.);
    b) la resistenza/tolleranza delle piante a fattori di stress abiotico ricorrenti nonché ad eventi biotici (fitopatologie, insetti, acari, microrganismi).
9) Creazione di moduli replicabili e ripetibili nella struttura organizzativa, rispettosi della realtà socio-rurale di ciascun villaggio (o altra forma di comunità locale) e delle tradizioni acquisite localmente, considerando in modo prioritario il corretto rapporto tra manodopera disponibile e superficie agricola sottesa da ciascun "Village Project".

VILLAGE PROJECT ECUADOR
IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

Le principali tecnologie disponibili per la realizzazione del "decalogo" di Village Project sono applicabili ad un modello di "macro-azienda agricola integrata di villaggio", suddivisa mediante l'assegnazione di singoli appezzamenti di coltivazione ai vari nuclei famigliari che compongono la comunità locale.
Ipotizziamo come areale geografico un tipico ambiente di una delle tre "regioni ambientali" dell'Ecuador, cioè la "Regione costiera", la quale presenta una rete di villaggi tradizionalmente articolata ed attiva sul territorio

Come modulo esemplificativo prendiamo un primo **Progetto ViProEcu** per un villaggio "tipico" di 100 famiglie con 5.000 Ha a disposizione, supportato sul piano finanziario da un nucleo di 100 famiglie di **"Investitori Ecuadoregni resistenti all'estero"** (coordinati in una singola azione di "rientro in Ecuador").

Il primo **Progetto ViProEcu** prevede che sia realizzato ad hoc un **"Accordo di villaggio"** con le seguenti prerogative:

a) il capitale è apportato come **"Investitore"** dal **"Gruppo di Investitori Ecuadoregni resistenti all'estero",** interessato sia a condividere il profitto delle produzioni agroalimentari ed agroenergetiche locali in Ecuador, sia ad esportazione di commodities energetiche sul mercato intercontinentale (ad esempio: olii vegetali per biofuels).
b) Tutte le colture vengono praticate in associazione tra l'investitore di capitale e le famiglie coltivatrici, le quali possono o meno (a seconda delle tradizioni locali) aggregarsi in una forma cooperativa/consortile che si interfaccia con l'investitore;.
c) Tutta la gestione è supervisionata da una "cabina di regia" di consulenti dei Partners **A.P.E.** e **Istituto di Ricerca Dr. Arioli S.a.s.** (agronomi e veterinari autori della progettazione, dell'assistenza tecnica, della formazione dei tecnici locali e dell'addestramento degli agricoltori), con vasta esperienza africana in progetti analoghi e in differenti agroecosistemi.
d) Possibilità per il Villaggio di concertare un contratto di filiera pluriennale e multi-prodotto con l'investitore estero, per un **totale di 5.000 Ha assegnati in coltivazione a 100 famiglie**.
e) Disponibilità di **10 Ha di superficie per ciascuna famiglia per la produzione vegetale "food e feed".**
f) Disponibilità di **40 Ha di superficie ulteriore per ciascuna famiglia per la produzione vegetale "no-food".**
g) Dotazione per ciascuna famiglia di un sistema di irrigazione a goccia in autogestione, idoneo per entrambe le assegnazioni fondiarie (10 Ha "alimentari" e 40 Ha per biofuels).
h) Programmazione delle coltivazioni secondo un metodo di privilegio per la "prossimità delle colture alimentari" al Villaggio, posizionando le colture a target "energetico-biofuels" all'esterno.
i) Scelta delle tipologie colturali privilegiando la concertazione con i Tecnici locali, comprendendo in ogni caso un mix produttivo che includa PRODOTTI A TARGET PRODUTTIVO PRIMARIO ALIMENTARE FOOD & FEED (patata, pomodoro, carota, mais e sorgo, girasole e arachide da olio alimentare, ortaggi, cereali minori, leguminose da seme secco, etc.) e PRODOTTI A TARGET PRODUTTIVO PRIMARIO NON ALIMENTARE (FEED, E NO-FOOD IN PARTICOLARE PER PRODUZIONE DI ENERGIA): girasole, arachide da olio e tabacco da olio (panello di estrazione), tabacco per biomassa da produzione energetica, *Jatropha curcas* per produzione di olio e panello di estrazione non alimentare, Ricino (*Ricinus communis*) ad uso no-food per bio-polimeri, *Arundo donax* (canna energetica per produzione di biomassa ad uso energetico e per fitodepurazione di liquami del Villaggio).

In particolare, le seguenti colture presentano elementi di multifunzionalità e di importanza prioritaria per il **Progetto ViProEcu** :

a) **mais** da alimentazione umana (*Zea mays indurata*), con varietà specifiche per produzione di farine per polente, focacce e dolci a consumo locale (granella), oltre a stocchi residuali per utilizzo come feed (allevamento bovino, ovi-caprino, camelidi) e per produzione di energia elettrica e termica a consumo locale (mediante mini-pirogassificatori).

b) **Girasole** per produzione olearia a multipla attitudine: (i) olio alimentare per consumo locale e regionale (con linea di imbottigliamento ad uso collettivo nel Villaggio), (ii) olio per produzione energetica locale (mediante cogeneratori alimentati a olio vegetale); (iii) olio per trasformazione in loco in biodiesel per motori diesel tradizionali (auto, camion, generatori diesel, gruppi motopompa…); (iv) olio per biofuel da esportazione; (v) panello di estrazione pellettato come feed (mangime per pollame, bovini, suini, ovi-caprini); (vi) stocchi residuali per produzione di energia elettrica e termica a consumo locale (mediante mini-pirogassificatori).

c) **Arachide da olio** (*Arachis hypogaea*), tutto come per girasole. Panello di estrazione ricco di proteina.

d) **Jatropha curcas**, i cui tessuti contengono curcina (sostanza velenosa per l'uomo e gli animali), per cui sia l'olio estratto sia il prodotto ligneo-celulosico (panello) sono fruibili per il solo uso energetico (olio per bio-fuel, panello come biomassa per produrre energia e come fertilizzante organico). La Jatropha è una pianta arborea, entra in consistente produzione in impianti irrigui alla fine del 3° anno dalla messa a dimora (e al 5° anno in impianti non irrigui) ed é coltivabile nel "Village Project" in due modi differenti :

I. coltivazione intensiva monospecifica (opzione-1);

II. coltivazione in filari tra loro distanziati di 25 mt, con funzione di separazione e di frangivento produttivo all'interno di appezzamenti coltivati con mix di colture erbacee oleaginose (opzione-2).

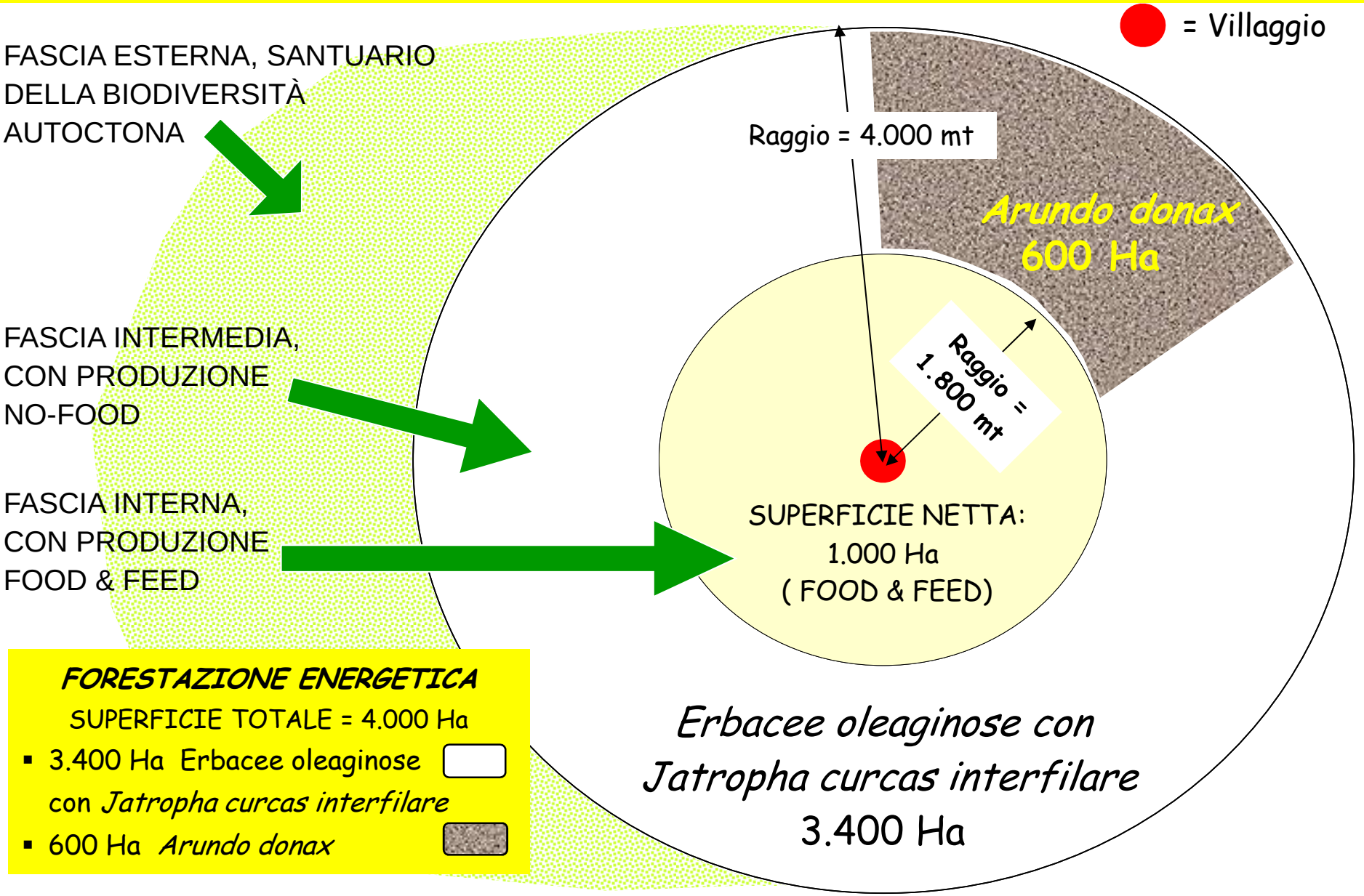
VILLAGE PROJECT ECUADOR
IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

Tra gli aspetti più innovativi del Village Project vi è la realizzazione, a valle della filiera di coltivazione, di un sistema integrato di lavorazione e (semi)-trasformazione dei prodotti agricoli in materiali idonei al consumo umano (food), animale (feed) ed energetico(no-food).
La dotazione impiantistica del Village Project è stata progettata, realizzata, migliorata nel tempo "su misura" per realtà isolate in ambiti rurali caratterizzati da elevate distanze tra nuclei abitativi (es. i villaggi in Ecuador) e/o presenza di consistenti barriere morfologiche del territorio (es. le comunità montane con le vallate separate da rilievi montuosi, come nella Regione della Sierra).
Nella realtà specifica del Village Project le macchine e gli impianti hanno carattere dimensionale "mini" o "micro": i mini-impianti sono utilizzati collettivamente, i micro-impianti sono di taglio famigliare. In un medesimo villaggio possono coesistere entrambe le tipologie.
La dotazione tipica di un Village Project di 5.000 Ha complessivi, dei quali 1.000 Ha per produzione alimentare e 4.000 Ha per produzione oleaginosa, può essere la seguente.

a) mini-impianto di pirogassificazione a doppio stadio, idoneo a produrre energia elettrica e termica per il villaggio "a km-zero". Gli schemi tecnologici mostrano l'inserimento del pirogassificatore da 50 kWe (oltre a 105 kWt) nel contesto delle filiere produttive del Village Project.
b) Impianto di estrazione di olii vegetali da semi di colture oleaginose, composto da elementi modulari ognuno dei quali costituisce un "mini-impianto autonomo di spremitura a freddo" da 200 kg/ora di seme secco.
c) Per produrre le oltre 11.800 tons/anno di olio (che possono alimentare circa 6,5 MWe di produzione elettrica localmente e/o in Europa) previste dal Village Project sono necessari circa 60 moduli spremitori in parallelo con funzionamento di 3.500 ore/anno, e poco più di 40 moduli con funzionamento per 5.000 ore/anno.
d) L'impianto centralizzato di Villaggio é affiancato da micro-impianti famigliari, anch'essi modulari e in grado di spremere 30 kg/ora di seme secco oleaginoso: il prodotto ottenuto è valorizzabile sia come biofuel sia (soprattutto) per il consumo umano (food).
e) Si sottolinea che il panello di estrazione viene direttamente pellettato dalla macchina spremitrice, ed è utilizzabile immediatamente come mangime per allevamento di pollame, suini, bovini e ovi-caprini. In particolare è interessante e redditizio l'utilizzo del mangime in micro-allevamenti famigliari di pollame, che vengono forniti "chiavi-in-mano" a ciascuna famiglia onde valorizzare il lavoro femminile (particolarmente adatto a codesti micro-allevamenti).
f) Il sistema oleario del Villaggio è completato da un mini-impianto di imbottigliamento dell'olio in bottiglie di PET da 500 cc cadauna.
a) Impianto di trans-esterificazione di oill vegetali per la produzione di biodiesel, utilizzabile in qualsiasi motore diesel diffuso localmente: automobili, camion, generatori elettrici, gruppi moto-pompa, etc. possono utilizzare il biodiesel prodotto in situ, rendendo la comunità autosufficiente energeticamente.
    - Il mini-impianto descritto funziona in modo "batch", cioè discontinuo, con un mini-reattore di piccola dimensione e di elevata efficienza. Lo schema n° 7 mostra il mini-impianto e il bilancio di massa per il funzionamento.

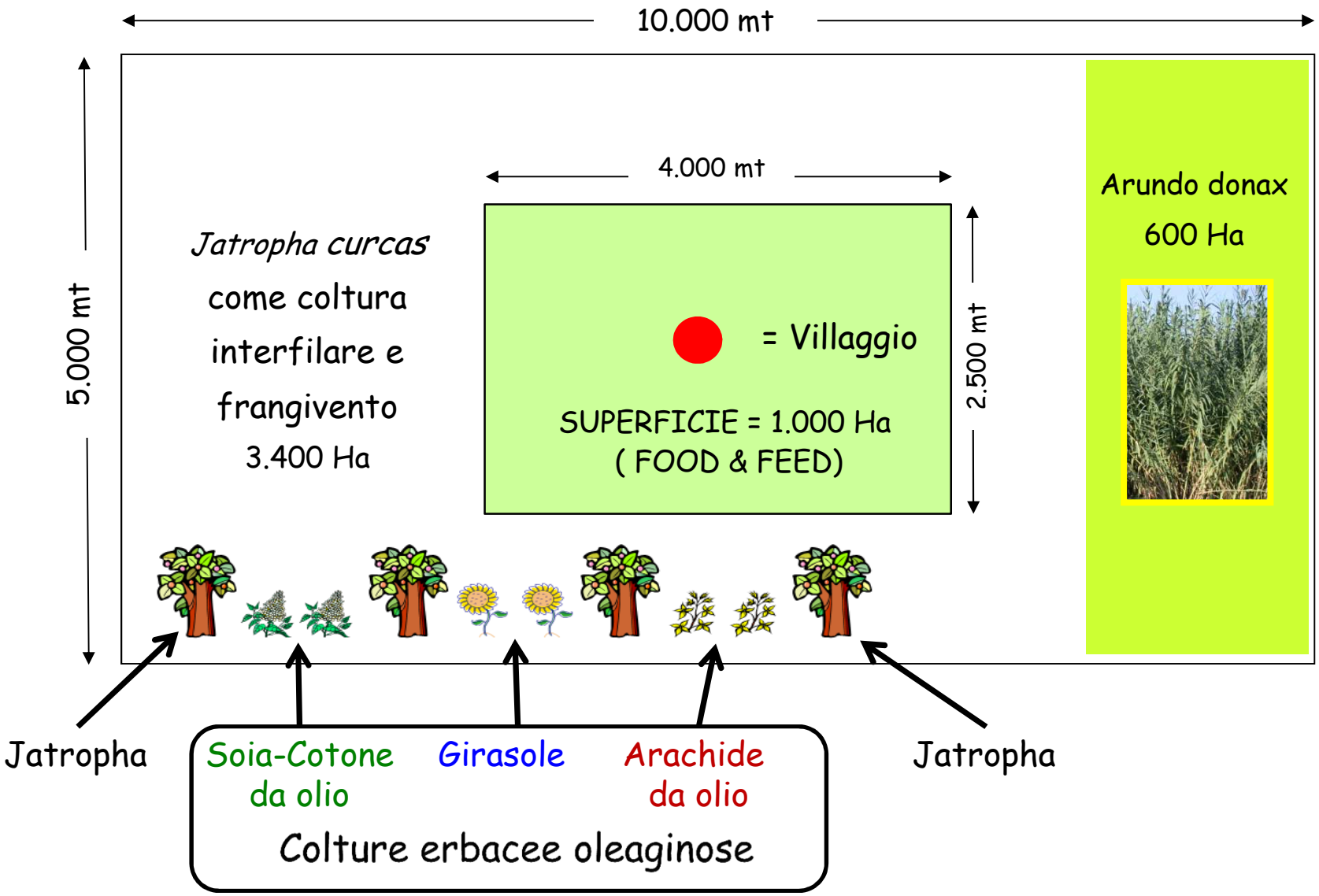
VILLAGE PROJECT - SCHEMA GRAFICO DELLA RIPARTIZIONE COLTURALE

Opzione: *Jatropha curcas* in coltura interfilare in appezzamenti coltivati con mix di colture erbacee oleaginose



VILLAGE PROJECT - SCHEMA GRAFICO DELLA RIPARTIZIONE COLTURALE

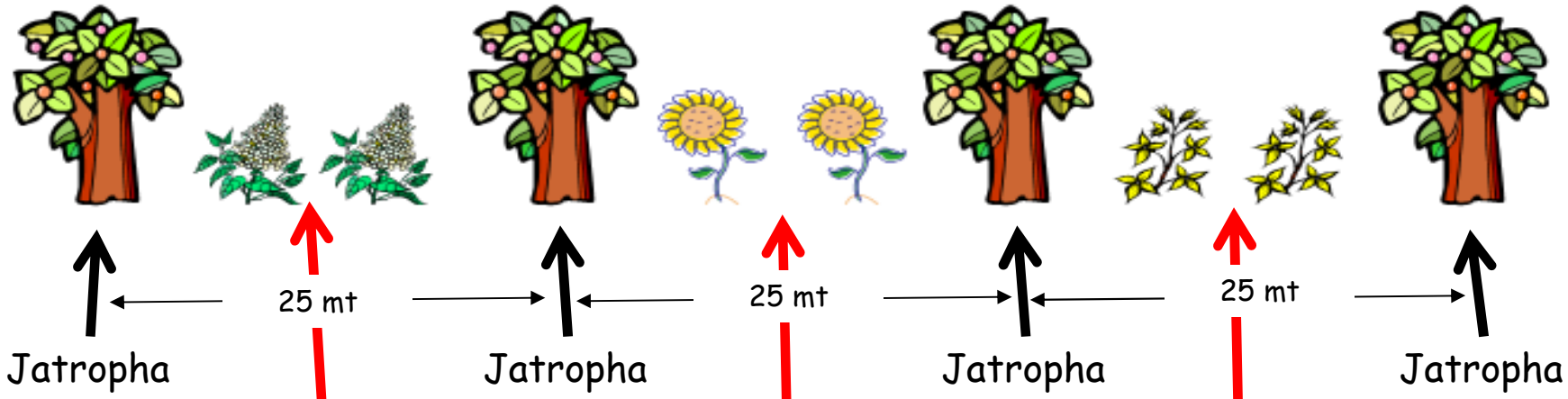
Opzione: *Jatropha curcas* in coltura interfilare (interfila filari a 25 mt) in appezzamenti coltivati con mix di colture erbacee oleaginose



VILLAGE PROJECT - SCHEMA GRAFICO DELLA RIPARTIZIONE COLTURALE

Opzione: *Jatropha curcas* in coltura interfilare (interfila filari a 25 mt) in appezzamenti coltivati con mix di colture erbacee oleaginose

DISTRIBUZIONE DEI FILARI DELLE COLTURE CONSOCIATE CON JATROPHA CURCAS



Soia-cotone da olio — Girasole — Arachide da olio

Colture erbacee oleaginose in rotazione

Totale x anno = 11.860 tons/anno olii

- *Jatropha curcas* = 680 Ha equivalenti (1.360 tons/anno olio)
- Soia-cotone da olio (multi-raccolto) = 1.500 Ha (7.500 tons/anno olio)
- Girasole (doppio ciclo) = 1.500 Ha (1.500 tons/anno olio)
- Arachide da olio (doppio ciclo) = 1.500 Ha (1.500 tons/anno olio)

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

MAIS per alimentazione umana (Zea mays indurata)

Coltura non irrigua con pacciamatura biodegradabile.

Coltura irrigua con irrigazione a goccia e fertirrigazione.

CANNA ENERGETICA (Arundo donax)

Coltura non irrigua con cloni ad elevata rusticità.

Coltura irrigua con irrigazione a goccia e fertirrigazione con cloni ad elevata produttività.

GIRASOLE (Helianthus annuus)

Coltura non irrigua con ibridi ad elevata rusticità e produttività.

Coltura irrigua ad elevata rusticità e produttività.

CANNA DA ZUCCHERO (Saccharum officinarum)

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

Il **MAIS (Zea mays)**
è una pianta erbacea annuale della famiglia Poaceae, tribù delle Maydeae.
È tra i più importanti cereali a livello mondiale, largamente coltivato dall'equatore sino al 25° parallelo.
Tra le sue sottospecie, 2 in particolare interessano l'agricoltura italiana:

a) **Zea mays indentata**, per la zootecnia.
b) **Zea mays indurata**, per alimentazione umana (polenta, dolci, pasta).

Nell'ecosistema equadoregno il mais INDURATA consente di raddoppiare il reddito di coltivazione utilizzando tecniche agronomiche evolute, producendo macinati di pregio "a marchio di territorio".

Il **GIRASOLE ALTOLEICO (Helianthus annuus)**
è una pianta erbacea adatta alla coltivazioni in asciutta.
La principale caratteristica di questi ibridi, rispetto a quelli convenzionali, è il diverso rapporto tra i vari acidi grassi insaturi presenti nell'olio.
In particolare vi è un notevole incremento della frazione dell'acido oleico (monoinsaturo) ed un corrispondente calo dell'acido linoleico (polinsaturo): si può avere fino al 92-93% di acido oleico! Nei nuovi ibridi.
Il maggior tenore di acido oleico conferisce all'olio una minor tendenza all'ossidazione e all'irrancidimento e una maggiore stabilità. Negli impieghi alimentari l'alto contenuto di acido oleico permette di abbassare il livello di colesterolo, esaltare il gusto dei prodotti fritti e migliorare la stabilità nella fase di frittura.
Per l'utilizzo energetico (no-food) l'altoleico consente un elevato livello qualitativo nell'utilizzo come biocarburante.

La **CANNA ENERGETICA (Arundo donax)**
è una pianta erbacea perenne adatta alla coltivazioni in asciutta, in ambiente calcareo, anti-erosione in pendii scoscesi, come fitorimediatrice e fitodepuratrice di terreni inquinati, salsi, salinizzati, depauperati, scoticati da livellamenti, di golena, di ripa, paludosi o difficilmente drenabili.
Non è infestante, in quanto sterile e priva di gemme sulle radici: il suo rizoma, al contrario, ha capacità straordinarie di ricaccio in condizioni anche estreme.
La sua adattabilità non è indice di "rusticità abbinata a ridotta produttività", anzi!
Arundo donax è la specie che nei nostri climi produce più biomassa per unità di superficie, oltretutto con i migliori indici tra biomassa prodotta e inputs necessari (i quali vengono utilizzati in modo estremamente efficiente: poca o nulla acqua, pochissimi fertilizzanti, zero fitofarmaci)
La sua capacità di coprire il terreno in modo dominante e di non essere sensibile ad alcun parassita animale o vegetale consente di non utilizzare mai fungicidi né insetticidi e, a partire dal 2° anno di coltivazione, si eliminano i diserbanti.
Il suo utilizzo come biomassa a prevalenza cellulosica la rende perfetta in ambito energetico come biomassa per pirogassificazione (syngas) e, a breve termine (finita la sperimentazione in corso), anche per fermentazione anaerobica (biogas).

ESEMPIO DI MIX COLTURALE PER 1.000 Ha

A) MIX COLTURALE "FOOD" PER 500 Ha
B) MIX COLTURALE "FOOD, FEED & NO-FOOD PER BIOFUEL" PER 500 Ha

A) 500 HA "FOOD"

COLTURE DA ALIMENTAZIONE UMANA (FOOD)

- PATATA = 100 Ha (2 raccolti/anno) = totale 200 Ha
- POMODORO = 50 Ha (2 raccolti/anno) = totale 100 Ha
- FRUTTA MISTA = 50 Ha
- FAGIOLO = 50 Ha (3 raccolti/anno) = totale 150 Ha
- BANANA = 100 Ha
- MANIOCA (*Manihot esculenta* per tapioca) = 100 Ha
- CEREALI MISTI = 50 Ha

B) 500 HA "FOOD & NO-FOOD PER BIOFUEL"

COLTURE DA MIX COLTURALE IN ROTAZIONE

- MAIS / SORGO PER FOOD = 170 Ha (2 raccolti/anno) = totale 340 Ha
- GIRASOLE / ARACHIDE PER FOOD & BIOFUEL = 170 Ha (2 raccolti/anno) = totale 340 Ha
- CANNA ENERGETICA PER BIOFUEL = 160 Ha

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

FOCUS SU 500 HA "FOOD & NO-FOOD PER BIOFUEL"

ESEMPIO DI MIX COLTURALE IN ROTAZIONE PER 500 Ha

34% (170 Ha)

MAIS
(Zea mays indurata)
per alimentazione umana (polenta, dolci, pasta).

PRODUTTIVITÀ

- **1 Ha = 9,00 tons di granella secca al 14% di W (tenore idrico)**
- **170 Ha = 1.530 tons di macinato per dolci, polenta, pasta dietetica**
- **2 raccolti/anno**
- **Totale/anno = 3.060 tons di granella**

34% (170 Ha)

GIRASOLE ALTOLEICO
Helianthus annuus)
A duplice attitudine con impieghi alimentari (per abbassare il livello di colesterolo ed esaltare il gusto e la qualità dei prodotti fritti) e utilizzo energetico (no-food) per un elevato livello qualitativo nell'utilizzo come biocarburante.

PRODUTTIVITÀ

- **1 Ha = 3,00 tons di seme secco al 10% di W (tenore idrico)**
- **170 Ha = 510 tons di seme = 170 tons di olio**
- **2 raccolti/anno**
- **Totale/anno = 340 tons di olio**
- **Energia elettrica producibile = 680.000 kWhe/anno = 180 kWe di cogenerazione installata**

32% (160 Ha)

CANNA ENERGETICA
(Arundo donax)
come biomassa per pirogassificazione (syngas) e, a breve termine (finita la sperimentazione in corso), anche per fermentazione anaerobica (biogas).

- 60 Ha irrigui a goccia.
- 100 Ha non irrigui.

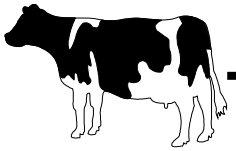
PRODUTTIVITÀ

- **1 Ha irriguo = 55,00 tons di sostanza secca anidra (0% di W tenore idrico)**
- **1 Ha non irriguo = 30,00 tons di sostanza secca anidra (0% di W tenore idrico)**
- **160 Ha (60 irrigui + 100 non irrigui) = 6.300 tons/anno di S.S-**
- **Energia elettrica producibile = 6.300.000 kWhe/anno = 750 kWe installati di cogenerazione da syngas da pirogassificazione**

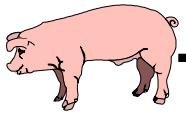
LO STATO DELL'ARTE DELLE ENERGIE DA FONTE RINNOVABILE DA BIOMASSA PER ECUADOR

BIOMASSA FERMENTESCIBILE (INSILATI)

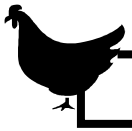
BIODIGESTORE ANAEROBICO (BIOGAS)



LIQUAMI / LETAMI FERMENTESCIBILI



FRAZIONE LIQUIDA DEPURABILE FECI



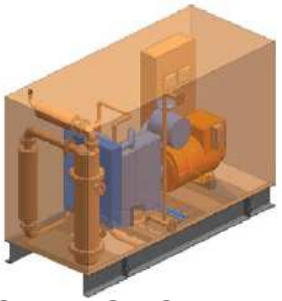
FITODEPURAZIONE

FRAZIONE SOLIDA GASSIFICABILE FECI

PIROGASSIFICAZIONE (SYNGAS)

BIOMASSA LIGNEO-CELLULOSICA

OLIO DI COLZA, SOIA, GIRASOLE, ARACHIDE, COTONE, SESAMO, ALGHE



CO-TRIGENERAZIONE A OLIO VEGETALE (MOTORI MULTI-FUEL)

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

CHE COSA FORNISCE IL PROGETTO "VILLAGE PROJECT ECUADOR" PER LE ENERGIE DA FONTE RINNOVABILE DA BIOMASSA?

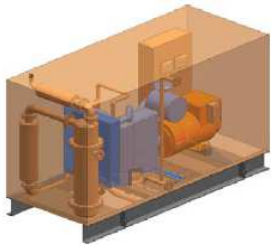
FORNISCE UN SISTEMA INTEGRATO AL GRUPPO DI "INVESTITORI ECUADOREGNI RESISTENTI ALL'ESTERO" E AL VILLAGGIO IN ECUADOR, CON LE SEGUENTI APPLICAZIONI:

A **BIO-DIGESTORI ANAEROBICI PER BIOGAS DA BIOMASSE FERMENTESCIBILI**

B **FITO-DEPURATORI PER TRATTAMENTO BIOLOGICO DEGLI INQUINANTI DI ACQUE DA REIMMETTERE NELL'ECOSISTEMA**

C **PIRO-GASSIFICATORI PER BIOMASSE LIGNEO-CELLULOSICHE PER PRODUZIONE DI SYNGAS**

D **(CO-TRI-)GENERATORI ALIMENTABILI A OLII VEGETALI E GAS VARI (MOTORI MULTI-FUEL)**



+

TUTTE LE BIOMASSE NECESSARIE COME BIO-CARBURANTE / BIO-COMBUSTIBILE

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

ARUNDO DONAX → **Lotto di 24 Ha di coltura irrigua**

CONSUMO ANNUO DI BIOMASSA CON TENORE IDRICO W=20% :

Ca. 360 tons/anno per 50 kWe

CONSUMO SPECIFICO DI BIOMASSA ANIDRA:

800-850 grammi/kWhe

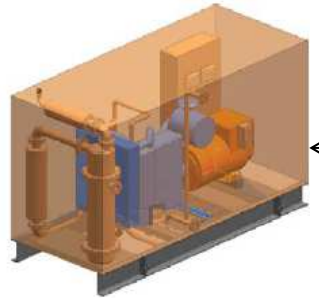
Consumo annuo biomassa con PCI di circa 4.000 kcal/kg e tenore idrico W del 20% = ca. 1.440 tons/anno per 200 kWe

N° 4 pirogassificatori da 50 kWe funzionanti a 600-950°C

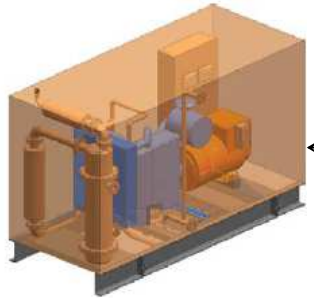
SYNGAS

SYNGAS

Motore a syngas da 100 kWe



Motore a syngas da 100 kWe



TOTALE POTENZA INSTALLATA = 200 kWe

ENERGIA ELETTRICA 200 kWe

ENERGIA TERMICA 420 kWt

ENERGIA ELETTRICA 200 kWe

ENERGIA TERMICA 420 kWt

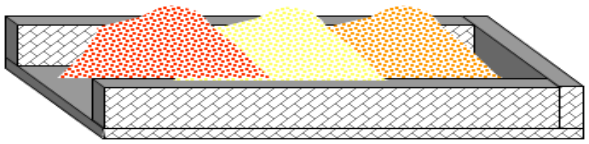
VILLAGE PROJECT ECUADOR

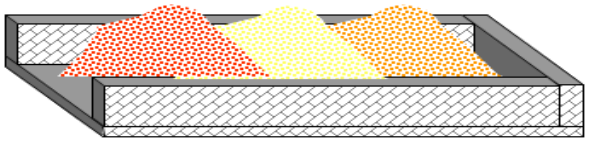
LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

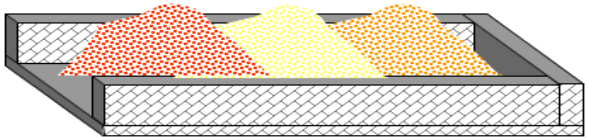
mt 28,00

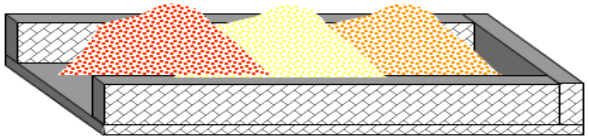
mt 18,00

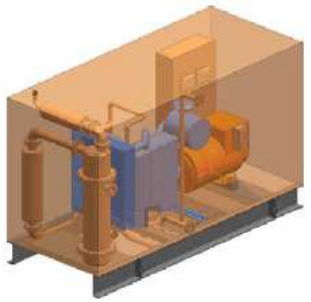
500 mq

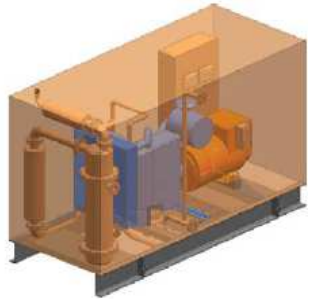












mt 10,00

mt 6,20

mt 3,60

AREA STOCCAGGIO BIOMASSA

AREA PIROGASSIFICAZIONE

AREA COGENERAZIONE

VILLAGE PROJECT ECUADOR

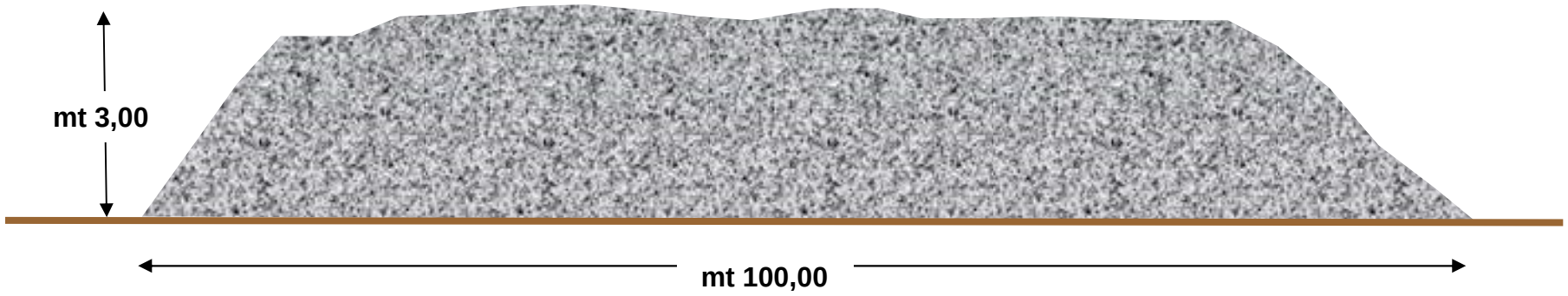
LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

BIOMASSE UTILIZZABILI ED EQUIVALENZE DI SUPERFICI COLTIVATE PER ALIMENTARE 1 PIROGASSIFICATORE DA 50 kWe

Consumo totale annuo per biomassa da residui di lavorazione agroalimentare con PCI di circa 4.000 kcal/kg con tenore idrico W del 20% = ca. 360 tons/anno

Nel caso di connessione alle colture del territorio, corrispondenti a:

- **12-18 Ha di *Arundo donax* non irrigua**
- **6 Ha di *Arundo donax* irrigua a goccia**
- **120-140 Ha di pulizia di bosco**
- **150-200 Ha di paglia di cereali vernini**
- **110-120 Ha di potatura di vigneto**
- **50-60 Ha di stocchi di mais / sorgo / girasole / colza**



AREA ESTERNA STOCCAGGIO BIOMASSA PER 360 tons/anno = volume max (turnover di 1,5 cicli di stoccaggio annuale) mc 1.200 ca.

Altezza media cumulo mt 3,00 Larghezza media cumulo = mt 4,00 Lunghezza media cumulo = mt 100 ca.

Superficie necessaria per 50 kWe (1 singolo stoccaggio annuale complessivo) = mq netti 400

Superficie necessaria per n° 8 moduli da 50 kWe (totale = 400 kWe installati) incluso disimpegno e logistica = mq 4.000

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

GIRASOLE / ARACHIDE

Lotto di 400 Ha di coltura non irrigua per cad. unità di cogenerazione da 182 kWe

CONSUMO ANNUO DI OLIO:

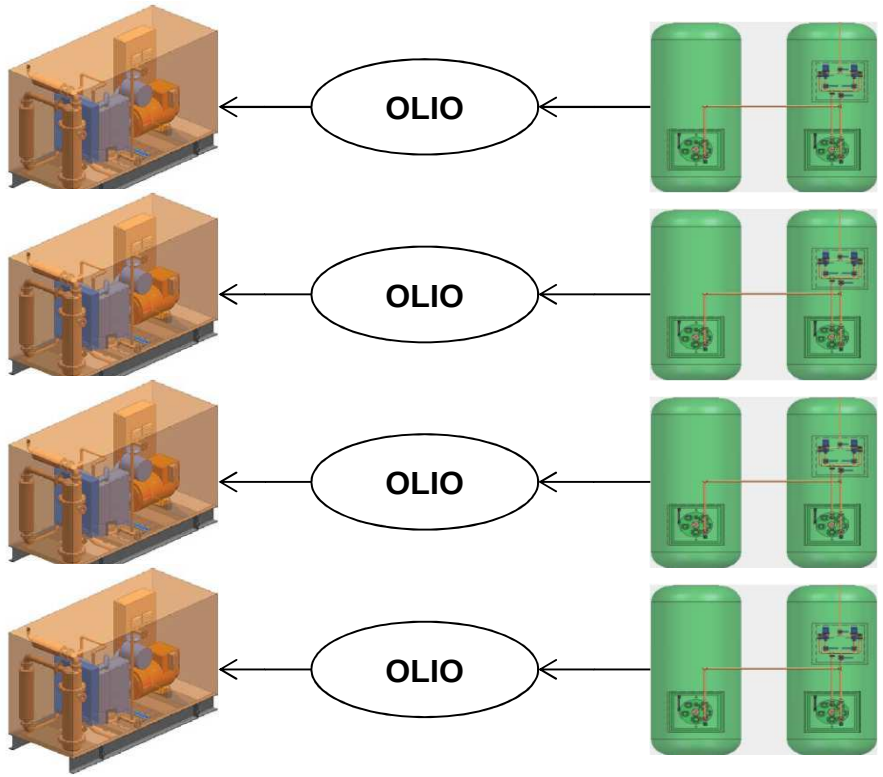
Ca. 330-350 tons/anno per cad. unità da 182 kWe + 210 kWt

350 tons/anno olio spremuto a freddo

N° 4 cogeneratori da 182 kWe = totale di 728 kWe + 840 kWt

CONSUMO SPECIFICO DI OLIO:

237 grammi/kWhe



Alla rete Enel / Terna

ENERGIA ELETTRICA

ENERGIA TERMICA

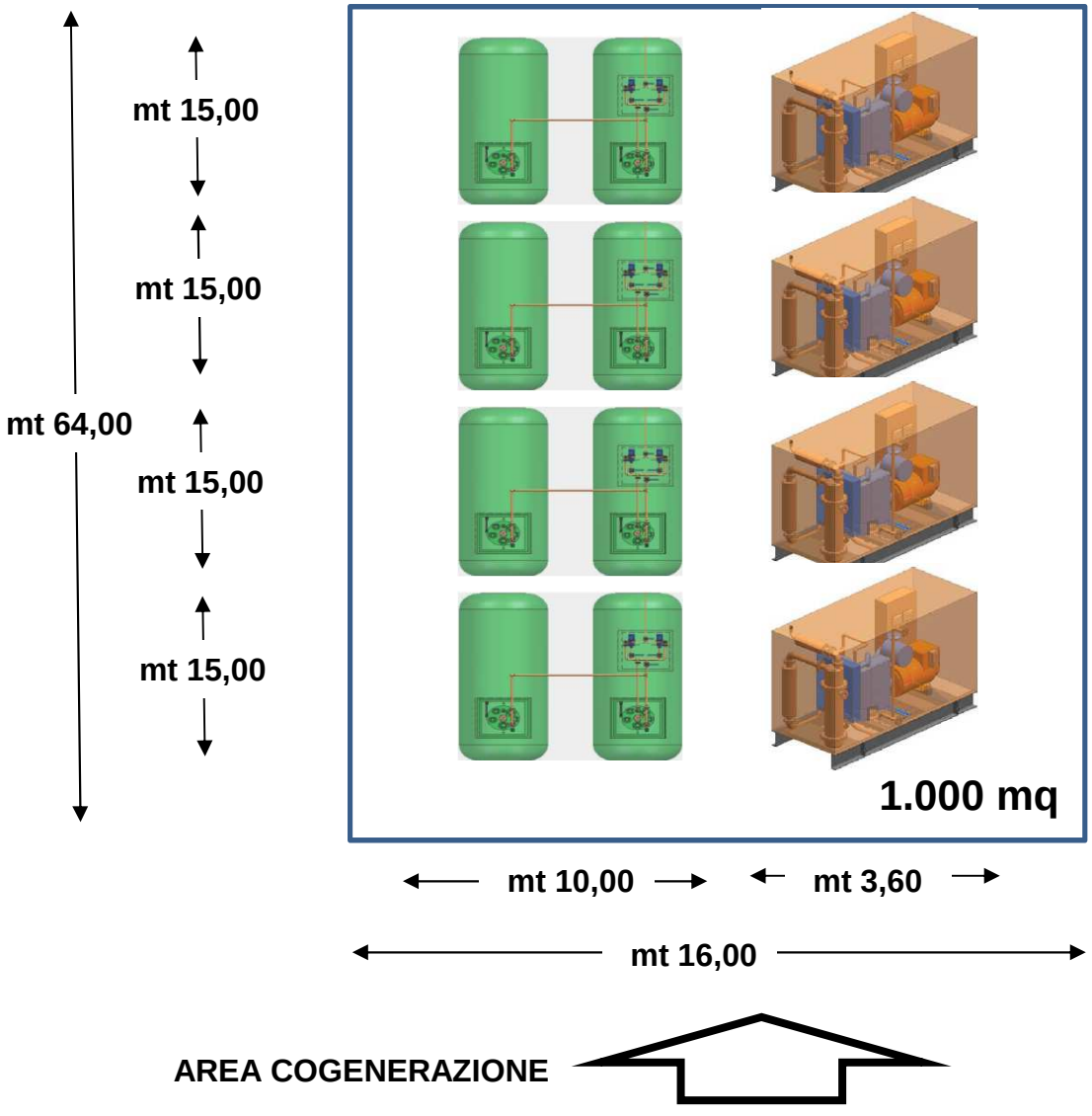
Utilizzo diretto per Imprese del Centro Agroalimentare

4 unità a olio da 182 kWe

4 doppi serbatoi olio

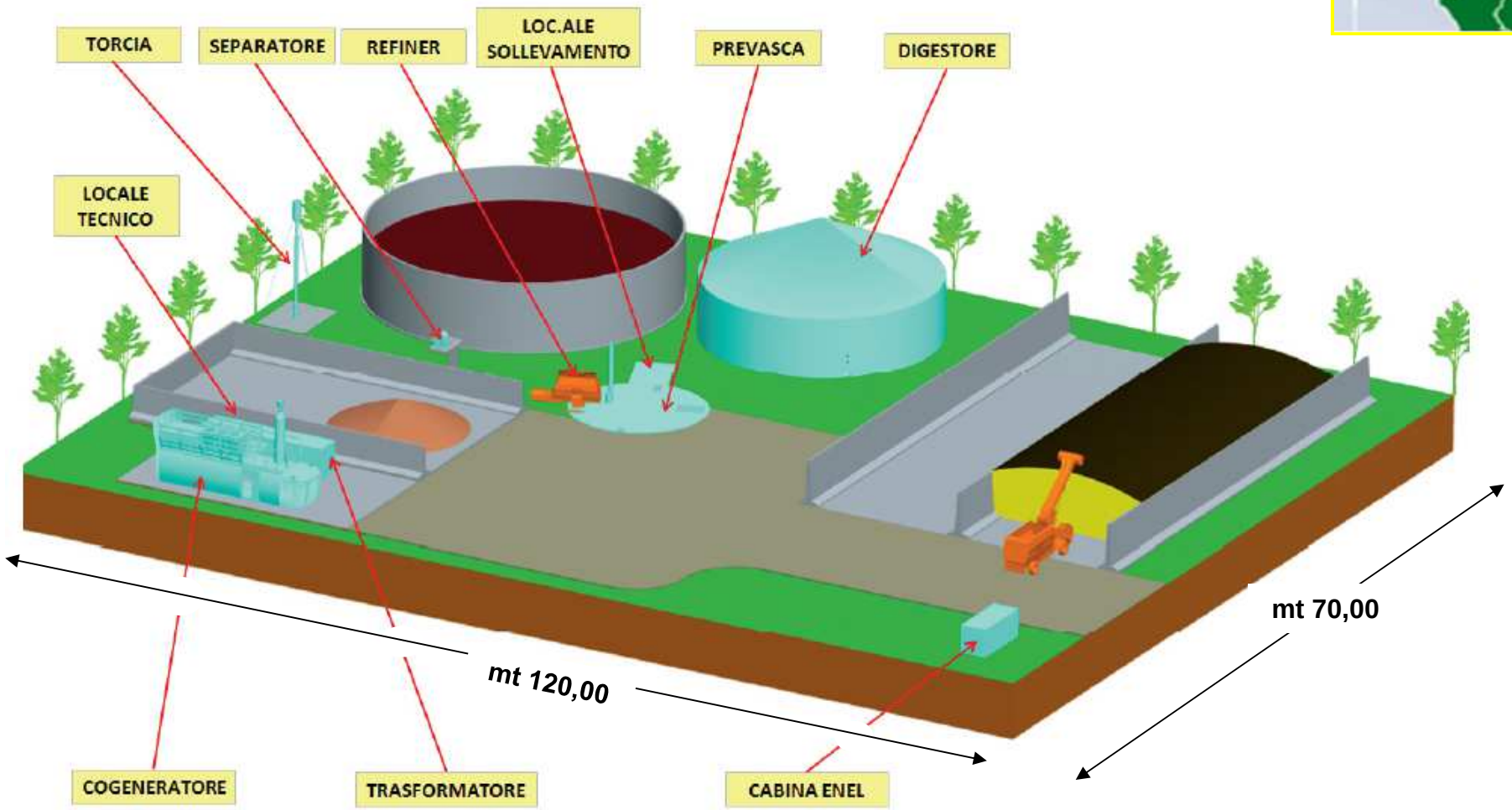
VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR



VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR



Isola a Biogas da 8.400 mq per produzione energia da 250 kWe

Totale area = 8.400 mq in esterno.

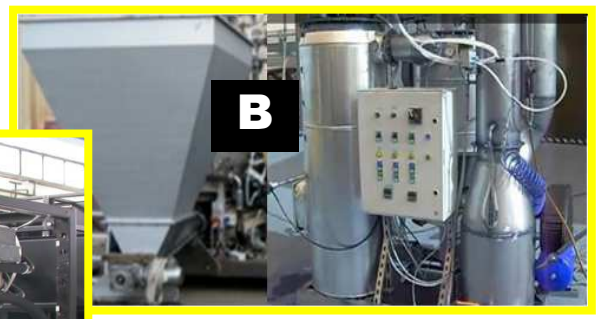
VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

BIOMASSA DELLA FILIERA LIGNEO-CELLULOSICA : PIROGASSIFICAZIONE COME SYSTEM INTEGRATION

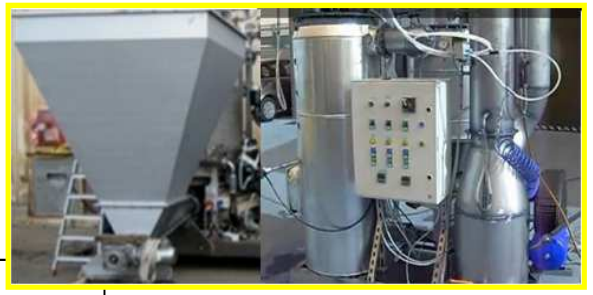
PIROGASSIFICAZIONE IN MICRO-IMPIANTI PER COMUNITÀ RURALI

LA FILIERA INTEGRATA, DALLA BIOMASSA (A) ALLA PIROGASSIFICAZIONE PER PRODURRE SYNGAS (B), ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E TERMICA IN COGENERAZIONE (ANCHE CON MICRO-MOTORI PLURIFRAZIONATI) (C)



FLOWSHEET DI PIROGASSIFICAZIONE A DOPPIO STADIO
MINI-IMPIANTO DA 35-50-99 kWe

(1)
TRAMOGGIA
DI CARICO



(2)
PRODUZIONE SYNGAS
IN REATTORE DI
PIROGASSIFICAZIONE

(10)
SISTEMA
ELETTRONICO E
TELEMATICO DI
CONTROLLO
CON GESTIONE
REMOTA
(TELE-GESTIONE)

(3)
RAFFREDDAMENTO
DEL SYNGAS

(4)
1° RECUPERO
TERMICO
(ARIA CALDA)

(5)
LAVAGGIO SYNGAS
(TORRI DI QUENCH)

(6)
DEUMIDIFICAZIONE SYNGAS
PRONTO PER IL MOTORE
(COGENERAZIONE ELETTRICA
E TERMICA)

(7)
TORCIA PER
ESUBERO DI
SYNGAS

(8)
MOTORE
ENDOTERMICO PER
COGENERAZIONE

(9)
2° RECUPERO
TERMICO
(ACQUA CALDA)

IMPIANTO DI PIROGASSIFICAZIONE DA 35-999 kWe

PER BIOMASSE LIGNEO-CELLULOSICHE ETEROGENEE

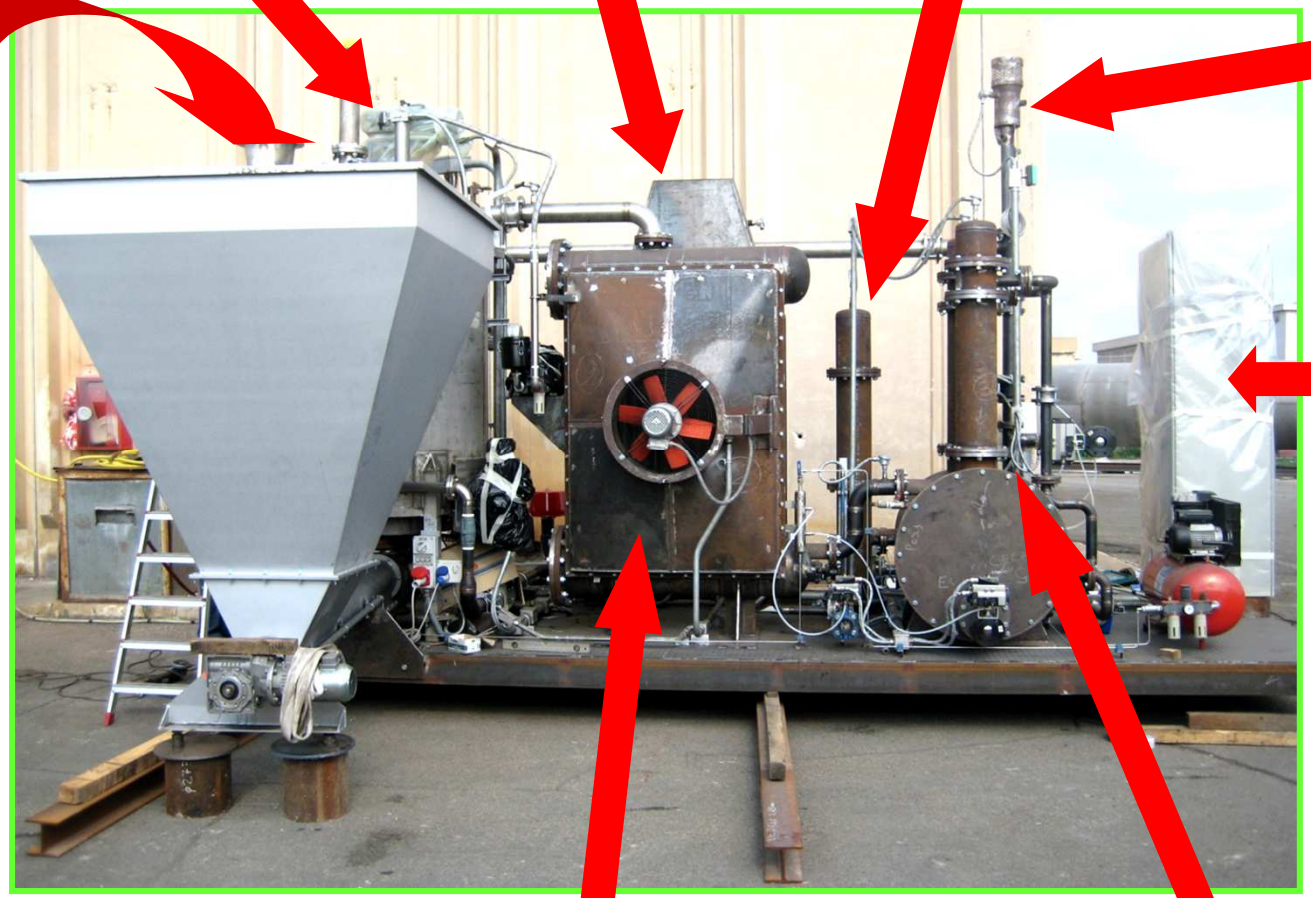
(1) TRAMOGGIA DI CARICO

(2) REATTORE DI PIROGASSIFICAZIONE

(4) AL 1° RECUPERO TERMICO

(6) SYNGAS DEUMIDIFICATO PRONTO PER IL MOTORE (COGENERAZIONE ELETTRICA E TERMICA)

(7) TORCIA PER ESUBERO DI SYNGAS



(10) SISTEMA ELETTRONICO E TELEMATICO DI CONTROLLO CON LIVELLOSTATO. GESTIONE REMOTA (TELEGESTIONE).

(3) RAFFREDDAMENTO DEL SYNGAS

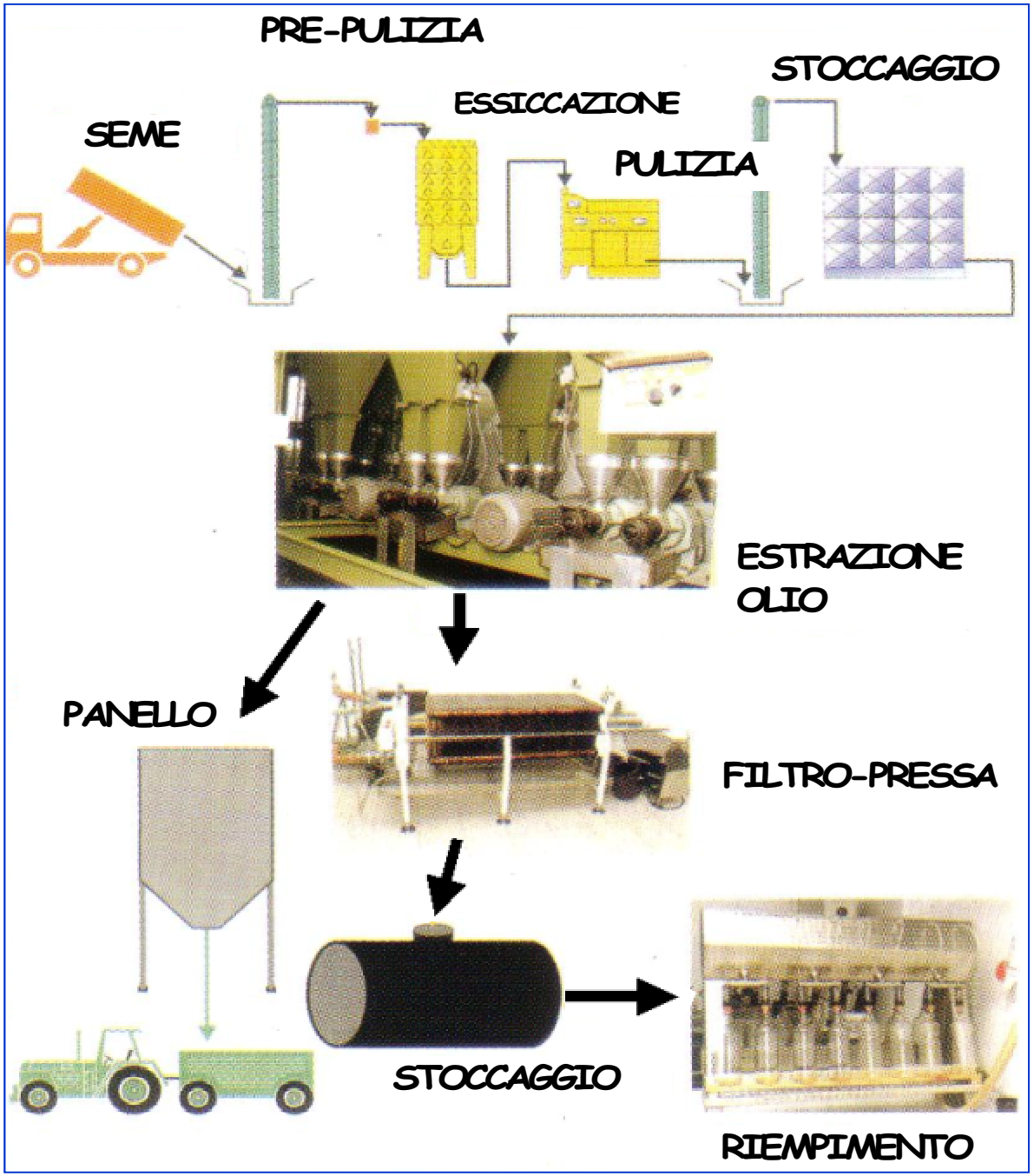
(5) LAVAGGIO FUMI (TORRI DI QUENCH)

mt 6,50

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

SCHEMA RAPPRESENTATIVO DELLE FASI PER L'ESTRAZIONE A FREDDO DI OLII VEGETALI

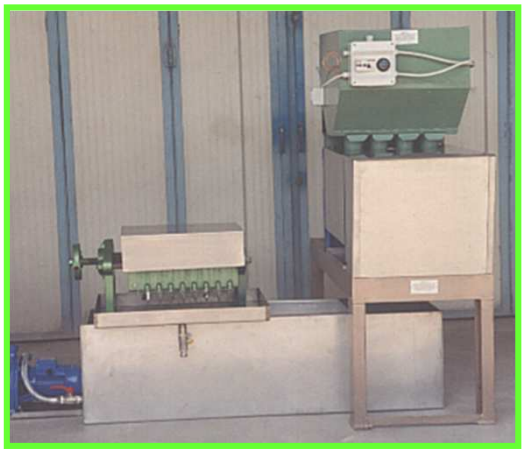


Mini-impianti di spremitura meccanica a freddo di semi oleosi

PRODUZIONE DI OLII VEGETALI A DUPLICE ATTITUDINE (FOOD E BIOFUEL) E DI PANELLO PER ZOOTECNIA (FEED)

- 30 kg/h di seme secco
- 8-10 kg/h di olio
- 3.500 ore/anno:
  - 105 tons seme spremuto
  - 32 tons olio/anno
  - 73 tons pellets (farina)

MICRO-IMPIANTO IN FORMATO FAMIGLIARE



- 200 kg/h di seme secco
- 50-60 kg/h di olio
- 3.500 ore/anno:
  - 700 tons seme spremuto
  - 193 tons olio/anno
  - 507 tons pellets (farina)

SINGOLO MODULO PER MINI-IMPIANTO IN FORMATO VILLAGGIO

VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

GLI OLII VEGETALI RICAVATE DA PIANTE (PROTEO)OLEAGINOSE

Girasole

Ton semi / ettaro	2.5-4
Olio contenuto %	35-48
Ton olio / ettaro	0.8-1.5-2.15

Colza

Ton semi / ettaro	2.5-4.5
Olio contenuto %	35-45
Ton olio / ettaro	1-1.5

Soia

Ton semi / ettaro	3-4.5
Olio contenuto %	25
Ton olio / ettaro	0.4

Palma

Ton semi / ettaro	-
Olio contenuto %	-
Ton olio / ettaro	4-5

Jatropha

Ton semi / ettaro	8-12
Olio contenuto %	34-49
Ton olio / ettaro	1,3 - 3,5

Tabella caratteristiche dell'olio vegetale e/o grasso animale adatto all'impiego nei motori endotermici

Caratteristica	Unità di misura	Valore min	Valore max	Metodo di prova
	Proprietà caratteristiche			
Densità a 15 °C	Kg/m3	900	930	DIN EN ISO 3675-DIN EN ISO 12185
Flash point	°C	220	-	DIN EN 2719
Potere calorifico inferiore	kcal/kg	8.598	-	DIN 51900-1,-2,-3
Viscosità cinematica a 40 °C	mm2/s	-	36	DIN EN ISO 3104
Numero di cetano	-	39	-	IP 498
Residuo carbonioso	% (m/m)	-	0.4	DIN EN ISO 10370
Numero di iodio	g/100g	95	125	DIN EN 14111
Zolfo	mg/kg	-	10	DIN EN ISO 20884-DIN EN ISO 20846
	Proprietà variabili			
Impurità	mg/kg	-	24	DIN EN 12662
Numero di saponificazione	mg KOH/g	-	2	DIN EN ISO 14104
Stabilità all'ossidazione a 110 °C	h	6	-	DIN EN 14112
Contenuto fosforo	mg/kg	-	12	DIN EN 14112
Contenuto in Ca e Mg	mg/kg	-	20	DIN EN 14538
Contenuto ceneri	% (m/m)	-	0.01	DIN EN ISO 6245
Contenuto idrico	% (m/m)	-	0.075	DIN EN ISO 12937

Tabella comparativa caratteristiche oli vegetali con gasolio

Caratteristiche	Girasole	Girasole Alto oleico	Colza	Soia	Palma	Jatropha	Mais	Arachide	Gasolio
Viscosità (cSt)	37.1	41	37	28.5-32	42-43	50.7	34	39	2.7
Numero di Iodio	110-143	90-100	94-120	117-143	35-61	91-112	103-140	80-106	8.6
Numero di Cetano	37	49	32-37	36-39	38-42	51	37	39-42	48
PCS (KJ/kg)	39.6	39.5	39.7	39.6	39	42	39.5	39.8	45.3
PCI (MJ/kg)	-	-	37	36	36	-	-	36	-
Punto di Intorbi.to (°C)	7	-12	-3.9	-3.9	-	-	-1.1	12	-17
Punto di Scorr.to (°C)	-15	-20.6	-31.7	-12.2	-	-	-40	-6.7	-26
Punto di infiamm.ta (°C) (Flash Point)	274	293	246	254	290	240-110	277	271	52

Cogeneratore a olio e dual-fuel (olio + syngas) da 182 kWe

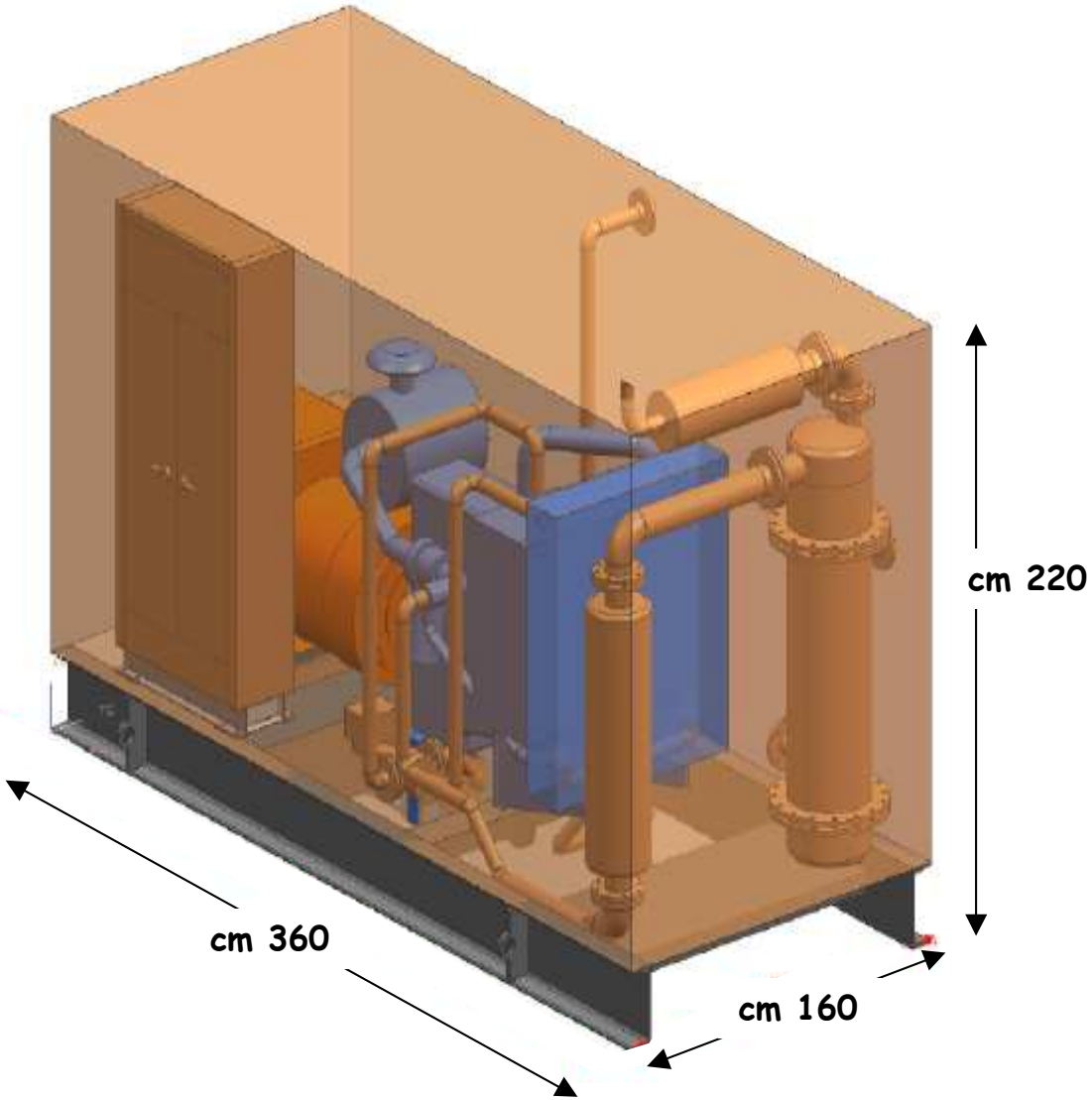
VISTA IN 3-D

Rappresentazione di una unità di cogenerazione da 182 kWe netti immessi in rete.

Il sistema è modulare sino a 910 kWe (composto da n° 5 unità autonome, tra loro in parallelo).

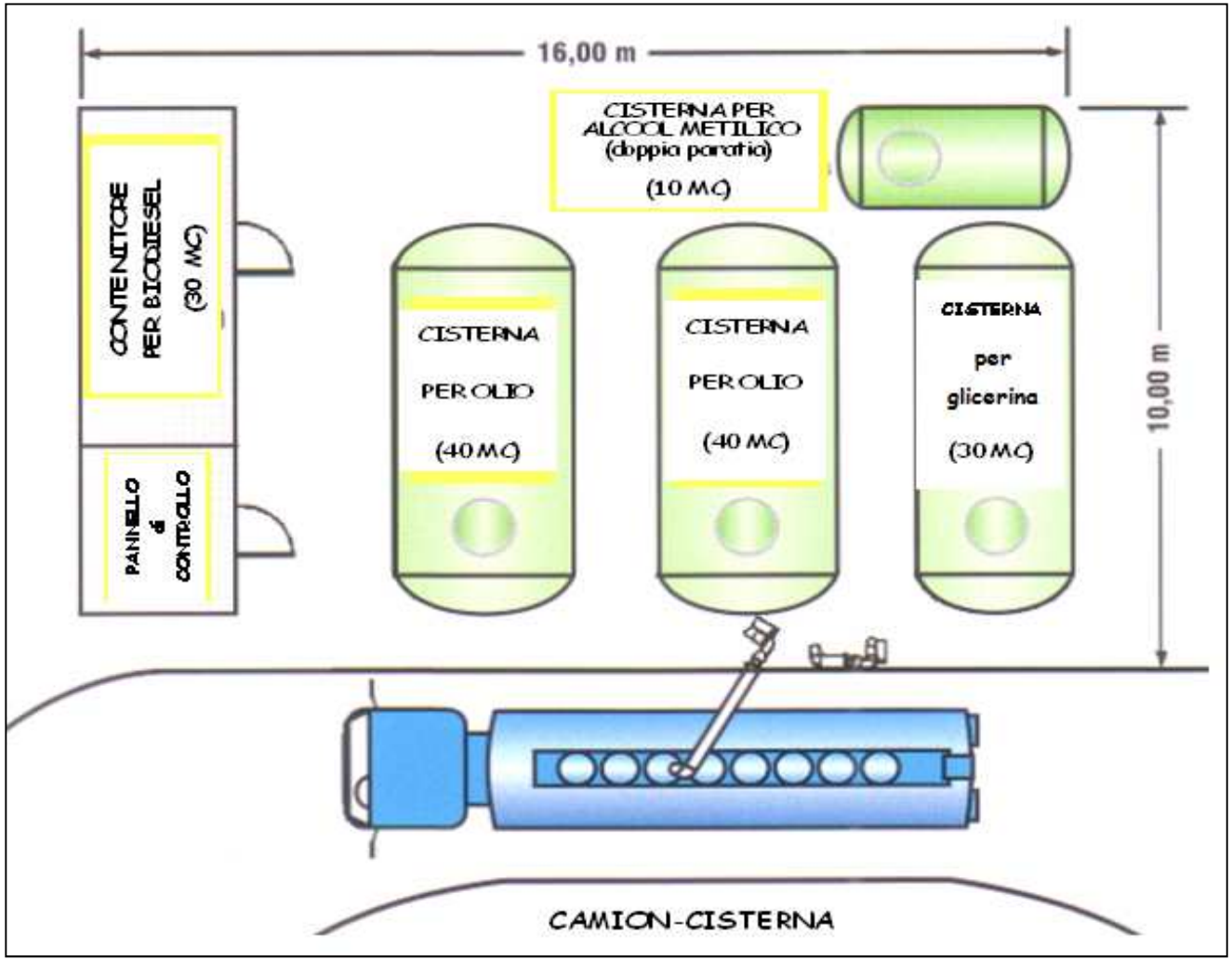
Il consumo totale annuo di biocarburante oleoso su 8.000 ore è di circa 330 tons di olio vegetale per 182 kWe (225 grammi/kWe).

In caso di dual-fuel (syngas + olio) si satura innanzitutto l'utilizzo di tutto il syngas prodotto, e il delta mancante di carburante viene fornito come olio vegetale (massimo tecnico = fino al 13% dei kWhe si possono produrre con olio).



Schema di impianto di estrazione olii vegetali e trans-esterificazione per produzione di biodiesel

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DI IMPIANTO DI ESTRAZIONE E TRANS-ESTERIFICAZIONE DI OLII VEGETALI, E STOCCAGGIO DI BIODIESEL E GLICERINA



VILLAGE PROJECT ECUADOR

LE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE PER L'ECUADOR

Macchine di estrazione olio a taglio "famigliare" per sistemi integrati di produzione di olii alimentari e per produzione di energia

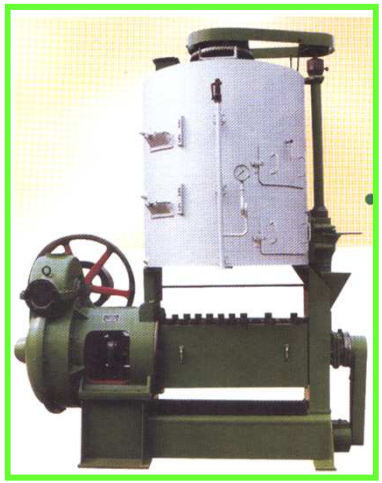
- Vista di N. 2 linee complete di spremitura, 100% inox AISI 304 .
- Incluso filtraggio a 3 sezioni (mm 200x200), serbatoio inox da 100 litri, filtro-pressa meccanica a freddo a vite di Archimede.
- Spremitura di kg 30/ora di seme secco e 10 kg/ora di olio, 2 kWh di consumo elettrico.
- Motore elettrico monofase 220 volts disponibile.
- A norma di sicurezza CE.

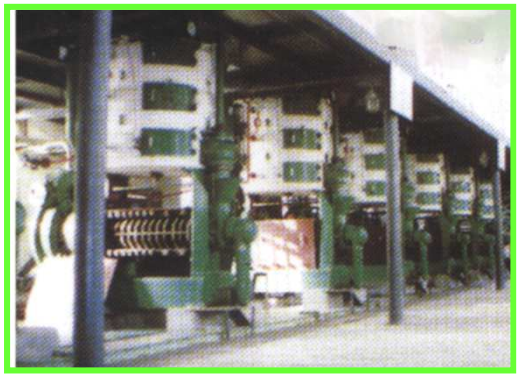
Macchine e impianti di spremitura meccanica semi oleosi a freddo

- 30 kg/h di seme secco
- 8-10 kg/h di olio
- 5.000 ore/anno:
  - 150 tons seme
  - 48 tons olio
  - 102 tons pellets (farina)

- 200 kg/h di seme secco
- 50-60 kg/h di olio
- 5.000 ore/anno:
  - 1.000 tons seme
  - 320 tons olio
  - 680 tons pellets (farina)

- 100 kg/h di seme secco
- 25-30 kg/h di olio
- 5.000 ore/anno:
  - 500 tons seme
  - 160 tons olio
  - 340 tons pellets (farina)

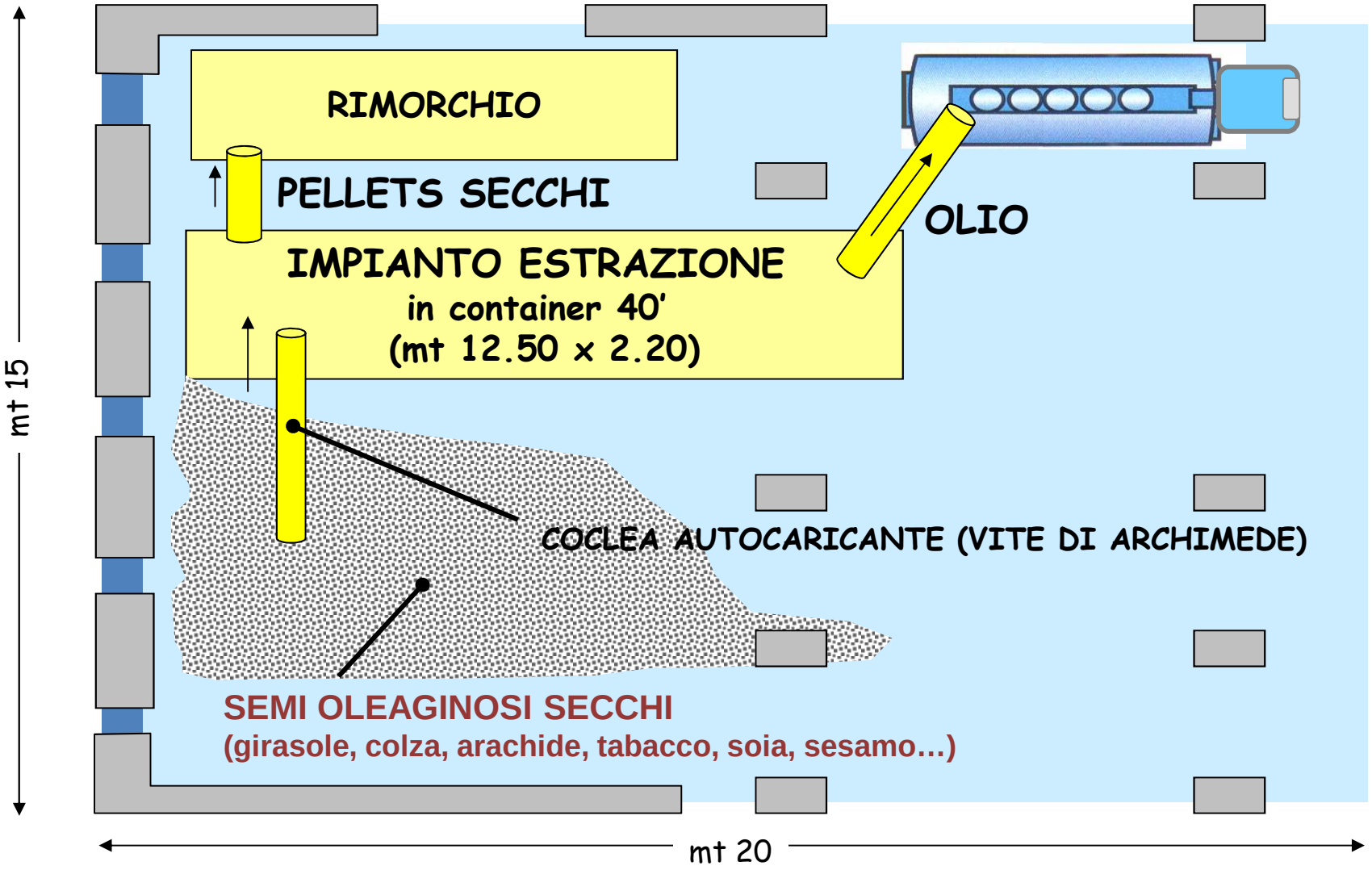




- 400 kg/h di seme secco
- 100-140 kg/h di olio
- 5.000 ore/anno:
  - 2.000 tons seme
  - 640 tons olio
  - 1.360 tons pellets (farina)

Schema di impianto integrato di spremitura semi oleosi in area rurale

SISTEMA INTEGRATO SENZA SOLVENTI CHIMICI



SCHEMA DI TRANS-ESTERIFICAZIONE IN MICRO-IMPIANTO PER PRODUZIONE DI BIODIESEL DA OLII VEGETALI

BILANCIO CHIMICO E FISICO DELLA TRANS-ESTERIFICAZIONE

MICRO-IMPIANTO A FUNZIONAMENTO "BATCH" (DISCONTINUO)
DA 500 TONS/ANNO DI BIODIESEL IN 3.500 ORE DI FUNZIONAMENTO

DOSI PER 1.000 KG DI BIODIESEL PRODOTTO

OLIO VEGETALE
1.030 Kg
1.121 Lt

METANOLO
163 Kg
205 Lt

METILATO DI SODIO
15 Kg

ACQUA
100 Kg
100 Lt

BIODIESEL
1.000 Kg
1.136 Lt

GLICERINA
130 Kg
130 Lt

ACQUA
180 Kg
180 Lt

~ 50 KWh CALORE

~ 25 KWh
ENERGIA ELETTRICA

Castelnuovo Bormida, 7 marzo 2011.

Il relatore resta a disposizione per qualsiasi informazione ulteriore.

Alessandro Arioli

Central Office

Phone: +39 0112484300

Prof. Alessandro Arioli - Responsabile tecnologie

istariol @ tin.it

Phone: +39 3357215477 (mobile)