

PROGETTO 012

ENERGIA DA OLI VEGETALI

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA TRAMITE DIESEL GENSET ALIMENTATO AD OLIO DI PALMA

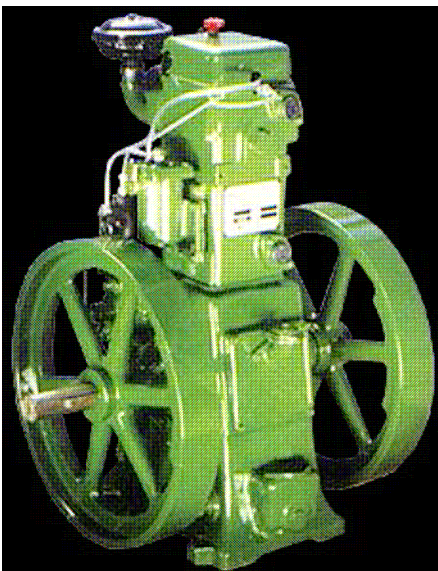
Prove effettuate nell'anno 2009

1 Scopo del documento

Riportare i risultati ottenuti durante il periodo di prove effettuato nel corso del 2009 a Genova-Prà con motore Diesel modificato opportunamente per la combustione di olio di palma a regime.

2 Presentazione dell'impianto

Il motore in uso è il modello AM 6 prodotto dall'indiana Vijay Engineering Works Ashwamegh (i cui dati sono riportati in tabella).



Produttore:	Vijay Engineering Works Ashwamegh, Rajkot India
Modello:	Copia di Lister CS 6/1 AM 6
Numero di serie:	16281
Potenza massima a 650 giri/min:	4.4 kW a 650 giri/min
Numero di cilindri	1
Cilindrata:	1432 cm ³
Diametro del pistone:	114.3 mm
Corsa del pistone:	139.7 mm
Rapporto di compressione:	18:1
Consumo specifico (a gasolio):	268 g/kWh
Tipo di iniezione:	indiretta
Iniettore:	Single Jet MICO (licenza Bosch)
Pompa di iniezione:	pompa in linea MICO (licenza Bosch)
Metodo di raffreddamento:	raffreddamento a liquido
Peso:	315 kg

Il motore è accoppiato ad un generatore elettrico sincrono monofase in grado di fornire fino a 3,5 kWe in corrente alternata 220 V 50 Hz.

Nell'immagine successiva è possibile vedere un insieme del motore modificato, del circuito di alimentazione olio di palma e del circuito di raffreddamento motore/ riscaldamento olio di palma.

L'impianto è stato poi strumentato con sensori di temperatura e pressione per il monitoraggio di:

- Temperatura del liquido refrigerante all'ingresso del motore T1;
- Temperatura del liquido refrigerante all'uscita del motore T2;
- Temperatura del combustibile all'iniezione T3;
- Temperatura dell'olio di palma alla valvola di regolazione T4;
- Temperatura dell'olio di palma nel serbatoio T5;
- Temperatura dell'aria all'aspirazione T6;
- Temperatura dei gas combusti allo scarico T7;
- Pressione di iniezione P.



3 Le prove

3.1 Scopo delle prove

Scopo delle prove è quello di:

Verificare la possibilità di utilizzare olio di palma grezzo (eventualmente opportunamente trattato per rientrare, per quanto possibile con trattamenti semplici eseguibili in un tipico villaggio africano, nelle caratteristiche indicate dalla normativa per oli combustibili vegetali) quale combustibile sostitutivo del gasolio per la generazione di energia elettrica in un motore Diesel tipo Lister.

Individuare le manutenzioni necessarie da eseguire per una lunga durata del motore.

A seguito di prove preliminari eseguite con motore funzionante a gasolio, è stata eseguita una prova di durata di 500 ore con funzionamento 24/24 dal Lunedì al Venerdì.

I parametri operativi che si è in grado di osservare ed eventualmente variare e correggere sono:

- la portata di combustibile;
- i livelli di temperatura del liquido refrigerante;
- i livelli di temperatura di aspirazione e scarico;
- la pressione di iniezione;
- il livello di liquido lubrificante.

Le prove preliminari sono state condotte con carico applicato pari a : 1 kW, 2kW, 3 kW e 3,5 kW, mentre la prova di durata è stata eseguita con carico costante pari a circa 80% del carico massimo.

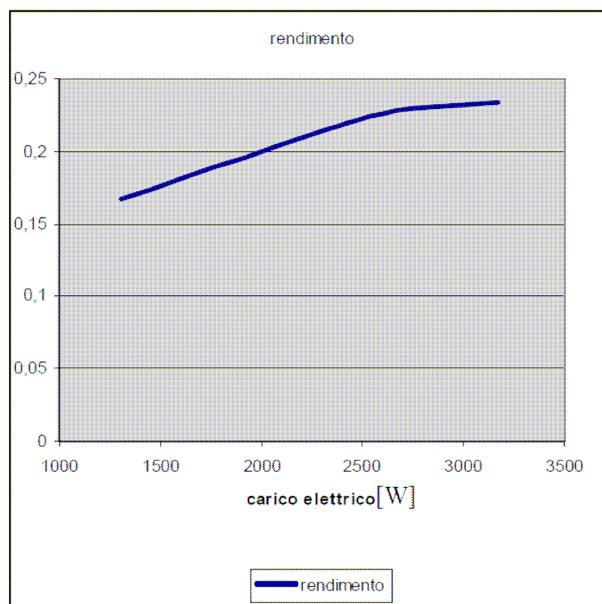
3.2 Risultati delle prove

Di seguito si riporta la tabella con i dati di potenza nominali e quelli relativi al rendimento calcolati sulla base dei dati nominali.

	Pmax meccanica	4,4	kW
	Pmax elettrica	3,5	kW
	Consumo specifico riferito alla potenza effettiva nominale	268	g/kWh
	η alternatore-trasmissione	0,80	
	pci gasolio	42705	kJ/kg
	η impianto	0,25	
	η motore	0,31	

Nella seguente tabella sono riportati i risultati riscontrati dalle prove preliminari a gasolio. È quindi possibile avere un confronto con i dati nominali, creare una curva del rendimento dell'impianto al variare del carico elettrico ed avere un riferimento per i risultati delle prove condotte ad olio di palma.

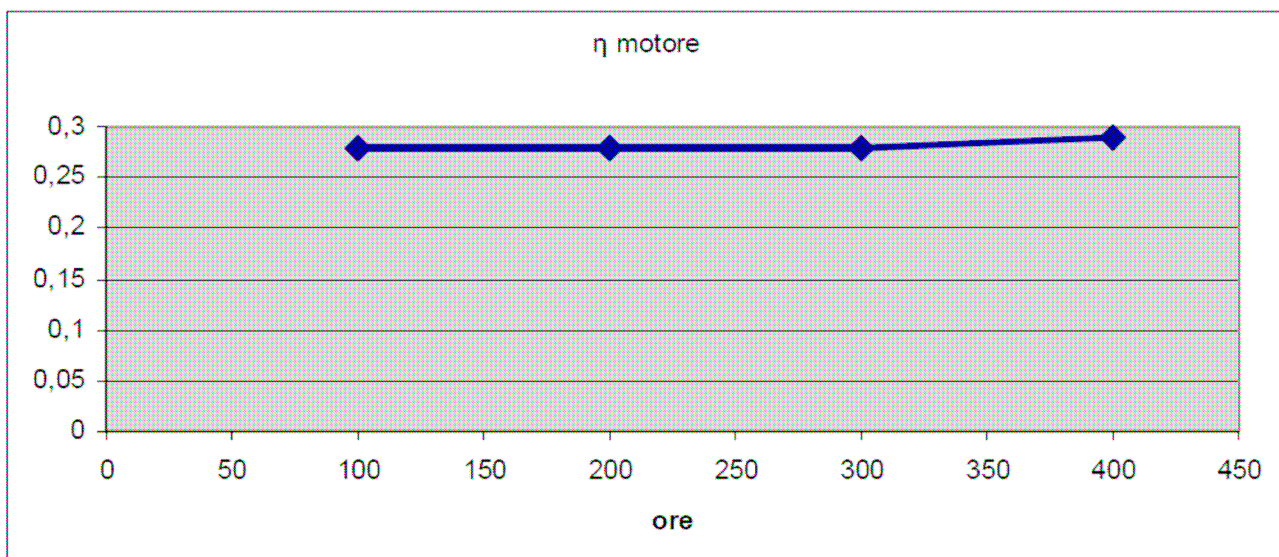
Carico [kW]	Portata gasolio [g/h]	η impianto	η motore	Consumo specifico di combustibile riferito alla potenza effettiva
1,30	659,5	0,17	0,20	404,7
2,43	848,8	0,24	0,30	279,9
2,70	976,1	0,23	0,29	289,4
3,17	1142,6	0,23	0,29	288,5



La prova di durata ad olio di palma come detto ha avuto cadenza settimanale, di seguito si riportano le tabelle riassuntive settimana per settimana.

p.c.i. (olio di palma)	36500	kJ/kg	p.c.i. (olio di palma)	36500	kJ/kg
Potenza elettrica	2,7	kW	Potenza elettrica riferito alla Pe	2,7	kW
Portata oraria	1176,7	g/h	Portata oraria	1168,6	g/h
Consumo specifico riferito alla Pe	348,9	g/kWh	Consumo specifico	345,8	g/kWh
Rendimento impianto	0,22		Rendimento impianto	0,22	
Rendimento motore	0,28		Rendimento motore	0,28	
Totale ore prova	95	h	Totale ore prova	190	h
p.c.i. (olio di palma)	36500	kJ/kg	p.c.i. (olio di palma)	36500	kJ/kg
Potenza elettrica	2,7	kW	Carico	2,6	kW
Portata oraria	1172,3	g/h	Portata oraria	1110,4	g/h
Consumo specifico riferito alla Pe	346,2	g/kWh	Consumo specifico riferito alla Pe	336,4	g/kWh
Rendimento impianto	0,22		Rendimento impianto	0,23	
Rendimento motore	0,28		Rendimento motore	0,29	
Totale ore prova	275	h	Totale ore prova	415	h

Dai risultati ottenuti è stato possibile ottenere la curva del rendimento del motore al passare delle ore di prova.



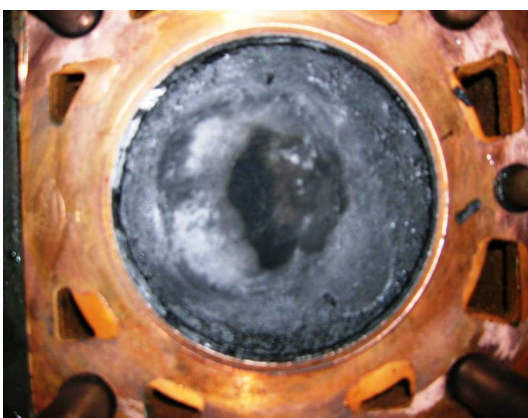
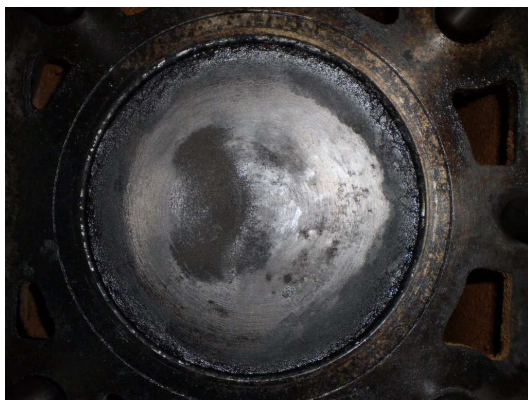
Un'ulteriore motivo di studio è stato l'olio lubrificante del motore: sono state effettuate analisi alla ricerca dei metalli pesanti disciolti in esso per valutare la possibile erosione di parti del motore dovuta all'utilizzo di olio di palma grezzo come combustibile

Analisi olio minerale SAE 30 dopo 100 ore funzionamento		
Al	0,2680	mg/g
Cr	0,0149	mg/g
Cu	0,0130	mg/g
Pb	0,0111	mg/g
Fe	0,1301	mg/g

Analisi olio minerale SAE 30 dopo 300 ore funzionamento		
Al	0,0032	mg/g
Cr	0,0227	mg/g
Cu	0,0198	mg/g
Pb	0,0209	mg/g
Fe	0,1635	mg/g

Analisi olio minerale SAE 30 dopo 500 ore funzionamento		
Al	0,0031	mg/g
Cr	0,0032	mg/g
Cu	0,0051	mg/g
Pb	0,0416	mg/g
Fe	0,0785	mg/g

Nella pagina seguente si riportano le immagini del cielo del pistone e della testa del motore con le valvole che documentano l'aumentare delle incrostazioni carboniose all'interno della camera di combustione (le immagini sono state catturate ogni 200 ore di funzionamento). Ovviamente è stato monitorato anche il funzionamento dell'iniettore e la presenza di incrostazioni attorno al suo ugello.



3.3 Conclusioni e sviluppi futuri

Le prove condotte ed i risultati ottenuti non disincentivano l'utilizzo di olio di palma grezzo in motori con caratteristiche confrontabili a quello utilizzato ed un impianto di riscaldamento del combustibile adeguato. Il rendimento del motore e dell'impianto si è mantenuto costante durante il corso della prova, l'analisi dell'olio lubrificante non ha evidenziato fenomeni di corrosione attivi, l'aumento delle incrostazioni nella camera di combustione non ha dato luogo a malfunzionamenti. La manutenzione del motore è stata quella ordinaria effettuata però cautelativamente con intervalli più ravvicinati rispetto a quelli indicati dal costruttore.

Si ritiene opportuno testare un nuovo metodo di riscaldamento dell'olio di palma che sfrutti il calore prodotto dai gas di scarico e non modifichi l'impianto di raffreddamento del motore.

Si ritiene inoltre che sia utili effettuare test al variare del carico e con avviamenti e fermate più frequenti.