
ALLEGATO D.10

ANALISI ENERGETICA

Indice

1. PREMESSA	3
2 CONSUMO ATTUALE DELLE RAFFINERIE E CONSUMO DELLA RAFFINERIA API.....	5
3 CONSUMI SPECIFICI PER ATTIVITÀ.....	6
4 CONCLUSIONI	15

1. **PREMESSA**

Per la descrizione del sistema energetico del sito api, è necessario fornire le seguenti descrizioni di base:

- **Vapore**

Le unità di raffinazione producono esclusivamente vapore di recupero termico tramite alcune caldaie ubicate nei vari impianti di processo. Per coprire il totale fabbisogno, tale produzione viene integrata da vapore proveniente dall'impianto IGCC a diversi livelli di pressione.

- **Energia elettrica**

Il fabbisogno di energia elettrica del sito api è soddisfatto mediante importazione di energia elettrica dalla rete esterna.

- **Energia termica**

L'energia termica necessaria alle unità sia di produzione che di servizi ausiliari, viene prodotta direttamente nei punti di richiesta tramite forni alimentati da combustibile liquido o gassoso, oppure tramite la circolazione di un olio diatermico caldo (Hot-oil unità 6100), il quale consente il recupero di calore da fluidi caldi ubicati in varie parti della Raffineria. In caso di necessità è disponibile un forno, nella stessa unità 6100, che consente di fornire ulteriore calore all'olio caldo, qualora il calore di recupero non dovesse risultare sufficiente.

Come già detto in precedenza, le unità di raffinazione hanno la capacità di produrre quantità di vapore, recuperando calore di processo in vari punti delle unità produttive, bilanciando le proprie esigenze con il vapore proveniente da IGCC.

Il vapore prodotto ai vari livelli di pressione (alta pressione HP, media pressione IP, bassa pressione LP) dalle unità di processo e dall'impianto IGCC viene distribuito alle apparecchiature utenti, mediante un sistema di tubazioni che attraversa tutta la raffineria. La pressione del vapore ai vari livelli è controllata tramite un sistema di valvole "let down".

L'energia elettrica prodotta viene in parte utilizzata all'interno dell'impianto IGCC, ed in parte alimentata alla rete nazionale.

Come già detto in precedenza, l'energia termica viene prodotta direttamente nei punti di richiesta tramite forni alimentati da combustibile liquido o gassoso.

Alcuni forni nelle unità di processo possono essere alimentati solo da gas combustibile,

altri possono essere alimentati da gas combustibile o da olio combustibile. In genere entrambi i combustibili provengono dai processi di lavorazione della raffineria stessa; in caso di ulteriore richiesta di combustibile è previsto un collegamento con la rete nazionale di distribuzione di gas.

I forni che possono essere alimentati da olio combustibile e da gas combustibile sono quelli nelle unità Topping, Vacuum 1, Vacuum 3, Unifining, Hot-oil.

Di seguito è riportata una tabella in cui per ciascun forno è indicato il tipo di alimentazione, la potenza termica nominale e quali forni hanno installati bruciatori del tipo Low NO_x.

UNITÀ – FORNO		ALIMENTAZIONE	POTENZA TERMICA NOMINALE [kW]	BRUCIATORI LOW NO _x
Topping	F-1001	Fuel gas/Fuel oil	35053	SI
	F-1101		35053	SI
Vacuum 3	F-1401	Fuel gas/Fuel oil	38702	SI
Vacuum 1	F-1901	Fuel gas/Fuel oil	12203	NO
Unifining	F-2501	Fuel gas/Fuel oil	3733	NO
	F-2502	Fuel gas	12084	NO
HDS1	F-3101	Fuel gas	12747	NO
HDS2	F-3201	Fuel gas	7289	NO
Visbreaking	F-1801	Fuel gas	39330	NO
Thermal Cracking/HTPC	F-1851	Fuel gas	43450	SI
	F-1852		26964	SI
Hot Oil	F-6101	Fuel gas/Fuel oil	7320	NO
HDS3	F-3301	Fuel gas	5079	SI
Platforming	F-2601	Fuel gas	14180	SI
	F-2602		7343	SI
	F-2603		12182	SI
Idrogeno 2	F-3651	Fuel gas	18967	SI
Idrogeno 1	F-3601	Fuel gas	14524	SI

2 CONSUMO ATTUALE DELLE RAFFINERIE E CONSUMO DELLA RAFFINERIA API

La capacità dei singoli impianti di combustione, presenti nelle raffinerie europee, varia largamente: da meno di 10 a 200 MW_{th}; la capacità totale installata: da parecchie centinaia a più di 1500 MW_{th} nelle raffinerie di maggiore capacità.

Il consumo energetico medio europeo, secondo il BRef comunitario, risulta pari a 470 GWh per milione di tonnellate di grezzo lavorato. Questo dato corrisponde ad un consumo termico pari a 40000 kcal (4 kg FOE) per 100 kg di grezzo lavorato. Calcolare l'effettivo consumo, in termine di combustibili impiegati, non è possibile in quanto i rendimenti energetici degli impianti fornitori di utilities delle diverse raffinerie non sono noti.

Il dato globale italiano (2002) dei prodotti impiegati per la produzione delle utilities indica un valore pari al 6.8% peso sul grezzo lavorato (Relazione Unione Petrolifera 2003). Il dato è comprensivo della quota di elettricità prodotta e consumata in raffineria.

Consumo energetico

Il consumo energetico totale relativo all'anno 2004 della Raffineria, a fronte di una lavorazione di circa 3.518.130 tonnellate di grezzo), è il seguente:

- Energia termica	2 139 511 000 kWh
- Energia elettrica	170 352 030 kWh

Come paragone con la media delle Raffinerie Europee, si riporta di seguito un confronto con quanto presente nel "BRef for Mineral Oil and Gas Refineries" (paragrafo 3.10.1), relativamente a quanto ottenuto operativamente nella raffineria api nell'anno 2004 per i valori di un consumo energetico specifico (SEC) ed di indice di intensità energetico (IIE):

	Bref	api
IIE	62-165	74
SEC (Raffinazione) ^(nota)	1-4	2.4

Nota: il valore viene fornito solo relativamente alle attività di Raffinazione per le quali ha maggiore senso il confronto con il valore nel BRef che si riferisce a raffinerie con schemi di lavorazione convenzionali.

Sempre come paragone con la media delle Raffinerie Europee, si riporta di seguito un confronto con quanto presente nel "BRef for Mineral Oil and Gas Refineries" (paragrafo

3.10.2) relativamente al rapporto dei combustibili usati (kcal gas/kcal olio) nei forni delle unità di raffineria nell'anno 2002, per i quali è possibile alimentazione mista.

	BRef	api
Topping	80/20÷70/30	68/32
Vacuum1		100/0
Vacuum 3		83/17
Unifining (1 forno)		100/0
Hot oil		--
Totale		79/21

Considerando anche tutti i forni nelle unità di raffineria (Platforming, HDS1, HDS2, HDS3, Produzione idrogeno, Unifining (2 forno), Visbreaking, Thermal Cracking, HPTC) che utilizzano esclusivamente gas combustibile, alla massima capacità della raffineria, il valore totale diventa

	BRef	api
Totale	80/20÷70/30	87/13

3 CONSUMI SPECIFICI PER ATTIVITÀ

Nel presente paragrafo sono forniti i consumi specifici di energia (valori riferiti alle capacità di progetto delle singole unità) per le fasi rilevanti del ciclo produttivo della raffineria, significative ai fini dei consumi di energia.

Inoltre, come paragone con la media delle Raffinerie Europee, si riporta anche quanto presente nelle Linee Guida per l'Identificazione delle Migliori Tecniche Disponibili relativamente ai consumi specifici per la medesima tipologia di unità di raffinazione.

Per le attività che, invece, non sono citate nelle Linee Guida e per le quali, dunque, non sono presenti i consumi specifici, ove possibile, viene fatto riferimento a quanto indicato nel BRef for Mineral Oil and Gas Refineries.

Per completezza del confronto con i dati contenuti nei documenti di riferimento, si riportano, ove possibile, anche dati relativi a consumi di altre risorse.

FASE: TOPPING (UNITÀ 1000)

L'unità di distillazione atmosferica è una unità convenzionale, dove il recupero di calore viene normalmente massimizzato al fine di contenere i consumi di combustibile e limitare i consumi di acqua di raffreddamento.

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

	Linee Guida per MTD	api
combustibile MJ / t	400-680	392
energia elettrica kWh / t	4-6	6.1
vapore kg / t	25-30	24.8
acqua raffreddamento m ³ / t	4.0	0.48

Per quanto riguarda i consumi per la sezione di dissalazione si faccia riferimento alla seguente tabella.

	Linee Guida per MTD			api	
	%	T (°C)	densità grezzo (kg/cm ³)	%	T (°C)
acqua di lavaggio	3-4	115-125	<825	7	140
	4-7	125-140	825-875		
	7-10	140-150	>875		

FASE: VACUUM 1 (UNITÀ 1900)

L'unità di distillazione sottovuoto è una unità di distillazione sottovuoto convenzionale.

Al fine di contenere i consumi di combustibile, il recupero di calore è stato massimizzato preriscaldando la carica con correnti esterne provenienti dal visbreaker e dal thermal cracker. Si noti che l'unità di distillazione sotto vuoto invia i prodotti che costituiscono le cariche al visbreaker e al thermal cracker caldi a queste unità.

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

	Linee Guida per MTD	api
combustibile MJ / t	400-800	763
energia elettrica kWh / t	1.5-4.5	10.7
vapore kg / t	20-60	74.8
acqua raffreddamento m ³ / t	3-5	3.13

FASE : VACUUM 3 (UNITÀ 1400)

L'unità di distillazione sottovuoto Vuoto 3 è una unità di tipo convenzionale.

Al fine di contenere i consumi di combustibile, il recupero di calore è stato massimizzato preriscaldando la carica con correnti esterne provenienti dal visbreaker e dal thermal cracker. Si noti che l'unità di distillazione sotto vuoto invia i prodotti che costituiscono le cariche al visbreaker ed al thermal cracker caldi a queste unità.

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

	Linee Guida per MTD	api
combustibile MJ / t	400-800	577
energia elettrica kWh / t	1.5-4.5	8.1
vapore kg / t	20-60	28
acqua raffreddamento m ³ / t	3-5	4.3 ^(nota)

Nota: salto di temperatura inferiore rispetto a quanto nel BRef (11 °C in luogo di 17°C)

FASE : IDROGENO 1 , IDROGENO 2 (UNITÀ 3600 E 3659)

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

	Linee Guida per MTD	api
combustibile MJ / t	35000-80000	89132 ^(nota 1)
energia elettrica kWh / t	200-800	374 ^(nota4)
vapore kg / t ^(nota 2)	2000-8000	11176 ^(nota 3)
acqua raffreddamento m ³ / t	50-300	20

Nota 1: il consumo di gas combustibile è pari al gas importato; è stato escluso dal computo il gas combustibile e corrisponde al prodotto in ingresso al processo che il gas di riciclo dai setacci molecolari

Nota 2: vapore prodotto dall'unità

Nota 3: è stato presentato il valore al netto dei consumi interni all'unità

Nota 4: comprende il compressore di rilancio che normalmente non fa parte dell'impianto idrogeno (infatti il BRef non lo considera) ; tale compressore aumenta i consumi specifici di unità di circa 300 kW/t di idrogeno prodotto.

FASE : SPLITTER BENZINE (Unità 2100, PLATFORMING (Unità 2600), SPLITTER C3/C4 (Unità 2700)C3/C4 (UNITÀ 2700); COMPRESSIONE GAS (UNITÀ 3500)

UNITA' 2600

I consumi specifici sono riportati nella seguente tabella.

	Linee Guida per MTD	api
combustibile MJ / t	1400-2900	1763
energia elettrica kWh / t	25-50	43.8
vapore kg / t ^(nota 1)	50-90	86.6
acqua raffreddamento m ³ / t	1-3	9.2
acqua alim. caldaia BFW kg / t	170 ^(nota 2)	160
catalizzatore (a base di Pt) t / Mt/a	1.35	17.2 ^(nota 3)

Nota 1: vapore prodotto dall'unità

Nota 2: il valore riportato è indicato nel BRef

Nota 3: le linee guida non indicano a quale tipo di processo si riferisce tale consumo; il processo della Raffineria api è del tipo semi-rigenerativo.

FASE : UNIFINING (UNITÀ 2500) E COMPRESSIONE GAS

Poichè tale attività non è presente nelle Linee Guida per l'Identificazione delle MTD, i consumi specifici riportati nella seguente tabella sono confrontati con quelli indicati nel BRef for Mineral Oil and Gas Refineries.

Si fa presente che la stabilizzatrice dell'Unifining è sovradimensionata rispetto alle unità convenzionali in quanto la carica è costituita da una benzina molto ricca in componenti leggeri, di conseguenza il calore richiesto al forno della stabilizzatrice è superiore a quello delle normali desolforazioni benzine e questo giustifica i più alti consumi specifici di fuel per tonnellata di carica.

	BRef ^(nota)	api
Nm ³ di idrogeno / t	4-110	39
combustibile MJ / t	200-350	513
energia elettrica kWh / t	5-10	19.2
vapore kg / t	10-60	44.9
acqua raffreddamento m ³ / t	2-3	2.6
acqua di lavaggio kg / t	40-50	43.2

Nota: paragrafo 3.13 – consumption

FASE: DESOLFORAZIONI (UNITÀ 3100, 3200, 3300)

Non essendo l'attività in questione presente nelle Linee Guida per l'Individazione delle MTD, i consumi specifici riportati nella seguente tabella sono quelli indicati nel BRef for Mineral Oil and Gas Refineries.

Unità 3100

	BRef ^(nota)	api
Nm ³ di idrogeno / t	200	70
combustibile MJ / t	300-500	340
energia elettrica kWh / t	10-20	14,6
vapore kg / t	60-150	8.3
acqua raffreddamento m ³ / t	2-3	3.8
acqua di lavaggio kg / t	30-40	---

Unità 3200

	BRef ^(nota)	api
Nm ³ di idrogeno / t	200	48
combustibile MJ / t	300-500	486
energia elettrica kWh / t	10-20	13.3
vapore kg / t	60-150	40
acqua raffreddamento m ³ / t	2-3	4.6
acqua di lavaggio kg / t	30-40	---

Nota: paragrafo 3.13 – consumption

Unità 3300.

	BRef ^(nota)	api
Nm ³ di idrogeno / t	200	97
combustibile MJ / t	300-500	260
energia elettrica kWh / t	10-20	29.4 ^(nota 1)
vapore kg / t	60-150	85.4
acqua raffreddamento m ³ / t	2-3	5.5
acqua di lavaggio kg / t	30-40	40

Nota: paragrafo 3.13 – consumption

Nota 1: i consumi di energia elettrica considerano anche quelli relativi alla compressione del gas di processo che è escluso dal BRef

Dopo la conclusione dell'adeguamento in corso (completamento progetto Autoil), i dati dei consumi energetici complessivi della fase saranno i seguenti:

	BRef	api
combustibile MJ / t	300-500	364
energia elettrica kWh / t	10-20	14.6

Incremento di EE : 2800 TEP pari a 12170 Mwe/anno

Incremento di E.termica: 2195 TEP pari a 25500 Mwhtermici/anno

FASE: VISBREAKING (UNITÀ 1800)

I consumi specifici sono riportati nelle seguenti tabelle.

Poiché il Visbreaking comprende anche la sezione di vacuum-flash si riportano per confronto con quanto presente nel BRef i dati di tale unità; per completezza si forniscono anche i consumi per le sezioni di Thermal Cracking e HPTC.

	Linee Guida per MTD (Visbreaking)	api (Visbreaking)
combustibile	--- Soaker: 17 kgFOE/t Coil: 21 kgFOE/t	692 MJ/T 17.15 kgFOE/t -
energia elettrica kWh / t	5-7	19.2
vapore kg / t	40	-144.6 ^(nota1)
acqua raffreddamento m ³ / t	2-10 ^(nota 2)	2.3

Nota 1: vapore prodotto dall'unità

Nota 2: il valore di riferimento è quello indicato nel BRef

FASE: THERMAL CRACKING E HPTC (UNITÀ /1850)

	Linee Guida per MTD (Thermal Cracking)	api
Combustibile	29-34 kgFOE/t	1241 MJ / t
energia elettrica kWh / t	10-12	4.38
vapore kg / t	40	-46.6 ^(nota)

Nota: vapore prodotto dall'unità

29-34 KG/FOE/T potrebbe essere: 1860 – 2180 MJ/t MA NON NE SONO CERTA (V.FOGLIO EXCEL)

FASE 18: SISTEMA HOT OIL (UNITÀ 6100)

Non è possibile effettuare alcun confronto. Quindi sono riportati i soli consumi specifici (per tonnellata di olio caldo circolante).

	api
energia elettrica kWh / t	0.35

4 CONCLUSIONI

Dai dati riportati nel cap.3 si può desumere che i consumi specifici di energia termica sono sostanzialmente allineati con quelli indicati dai documenti di riferimento. Soltanto in alcuni casi i consumi specifici di energia elettrica risultano superiori a quelli indicati.

Tuttavia, la raffineria nel suo complesso è caratterizzata da indici energetici ben allineati con quelli medi di riferimento, come conseguenza dell'applicazione di migliori tecniche per il miglioramento dell'efficienza energetica, illustrate nell'ambito della più generale analisi sull'applicazione delle migliori tecniche disponibili (**Allegato D.15**), inclusa la ricerca continua di soluzioni per l'ottimizzazione energetica affidata ad una specifica funzione dell'organizzazione di raffineria.