a progetto η isoS glob 78,5%
calcolato attuale 69,5%

η isoS glob 70,0%
η isoS 70,0%
h iso S 2138

AL DEGA ESISTENTE
1,00 143
0,000 2746
0

TURBINA ESISTENTE

Vapore a Turbina
40,70 421
11,5 3,2 3263
10422
S 6,83

alle tenute
40,70 421
0,015 3263
49

agli eiettori
40,70 421
0,010 3263
33

100% 11,500 0,08 41,51 3,2 2475,3 7907
Δh isos 1125
x 0,958

98,5% 96,5% 95,1%
G
2391 KW Gross

celle in servizio 4
5000 m²/cad
20000 m²
90%
19,3 W/m²K
19,1 DT mL°C
15,0 DT mL°C
7365 kW
15 °C in
34,1 °C out
386 kg/s
8,91 mm wc

M M
42 KW

pozzo caldo
P x2 4 KW

0,08 41,5 11,500 3,2 170 542

condensato
4,2 41,5 11,6 3,22 170 546

Eiettori
11,0 250 0,015 2939 44

tenute
1,00 392 0,010 3263 33

al pozzo caldo
1,00 75 0,015 314 5

1,00 99 0,010 415 4

28,5 39,4

condensato AL DEGASATORE
3,2 45 11,6 3,22 191 614

PERIMETRO DEL GdV per il calcolo del rendimento

Vapore a Turbina
41 423 25,4 7,0 3267 29004

Kg/mc 13,4
Q kg/s 3,8
DN 6"
Di m 0,125
Leq m 100
v m/s 23,09
Dp bar 0,58
losses KW 40

vapore servizi
40,42 423 0,023 3268 74

attemperamento servizi
10% 53,15 134 0,006 566 3

vapore servizi
198,3 15,00 314 0,090 0,025 3068 77

Vapore a Turbina
40,42 420 13,7 3,8 3260 12386
S 6,83

TURBINA NUOVA

η isoS glob 84,0%
η isoS 84,0%
h iso S 2122

η isoS 1 88% 7,00

a DEGASATORE e TLR
4,5 176 3,52 0,978 2807 2745 2747
Δh isos 526
x 1,00

alle tenute 15,00 314 0,015 3068 46

agli eiettori 15,00 314 0,010 3068 31

degasatore e TLR 15,00 314 0,000 3068 0

a TELERISCALDAMENTO
4,5 176 1,5 0,417 2807 1170

KW 995 ceduti a TELERISCALDAMENTO

da TELERISCALDAMENTO
2,2 100 1,5 0,4 419 175

kg/mc 0,0
Q kg/s 2,8
DN 40"
Di m 1,000
Leq m 25
v m/s 74,03
Dp bar 0,001
losses KW 31

74% 10,159 0,07 39,00 2,8 2303,9 6502
Δh isos 1138
x 0,889

98,5% 96,5% 95,1%
G
2984 KW Gross

celle in servizio 4
6500 m²/cad
26000 m²
85%
18,4 W/m²K
12,6 DT mL°C
16,9 DT mL°C
6052 kW
15 °C in
27,6 °C out
479 kg/s
7,95 mm wc

M M
47 KW

0,07 39,0 10,2 2,8 159 449

1,00 99 0,015 415 6

1,00 75 0,010 314 3

tenute 1,00 297 0,015 3068 46

Eiettori 11,0 250 0,010 2939 29

pozzo caldo
P x2 3 KW

REINTEGRO DEMI
2 20 0,3 0,1 84 6

condensato NUOVO
3,2 39 10,5 2,92 157 458

condensato ESISTENTE
3,2 45 11,6 3,22 191 614

condensato TOTALE
3,2 44 22,1 6,14 185 1138

39,8 26,3

combustibile RSU
dry 5240 32,2 0,7
water 2489 1 15 0
total 7729 2,15 10479 2503
22500

BRUCIATORI AUSILIARI DIESEL
N° 2 unità
prestazioni nominali cad
2,0 15 0,576 0,16 44400 7104
Aria comb 0,5 0,02 9707 0,7250 15 11,232 3,12 14,7 46

LCV
Δp 5,7 Bar

Acqua Alimento
sat 264,8 25,9 51 238 7,2 1029 7410

Acqua di attemperamento
0,4 51 238 0,1 1029 114

TCV TCV

Da pre risc Aria

A pre risc Aria

da RISCALDO ARIA
0,7 19,0 125,0 0,20 526,2 103

condensato
22,1 2,2 57 6,14 237 1456

perdite del ciclo 1% 39

318 kW

1,2 105 7,3 439 3211

pompe 82 56,0 bar 56,0 KW assorbito

linee alimento ΔP 11,0 Bar
26,3 56,0 106 7,31 448 3272

Reattore e filtro 1
perdite mq 500 KW 100
portata effettiva m³/h 91223

fumi dal filtro
90300 10,05 1,96 55704 0,000 172 70,2 19,5 189,8 3704 3712

Acqua alimento
26,3 54,2 116 7,31 491 3586

Reattore e filtro 2
perdite mq 500 KW 100
portata effettiva m³/h 65996

PRERISCALDATORE CONDENSATO

SNCR
UREA SKID

sistema sncr
2 KW assorbiti

32,2 0,7
1 15
7729 2,15 10479
22500

O2 % vol dry 7,22
O2 % vol wet 6,02
10,6 1,96 1,035 925 66,7 18,5 1115 20672

714 °C

ECO 1 B ECO 1 B ECO 1 A ECO 1 A

Acqua alimento
26,3 53,2 134 7,30 566 4134

FUMI
91223 10,1 1,96 177
55220 1,025 178 163
69,6 19,3 196,8 179,9 3825 3478
30 condotti -121 mm c a

91223 m³/h
55220 Nm³/h

O2 6,8 % vol
CO2 9,6 % vol
H2O 15,7 % vol
N2 67,8 % vol
HCl 31,4 kg/h
SOx 35,5 kg/h
NOx 180 mg/Nm³@11%O2dry

300 20 10 658 °C 10 810 °C EVA 1 EVA 2 SH2 SH 3 SH 1 EVA3 31

80 Δp mmca 80 reattore
REATTORE A BICARBONATO

200 Δp mmca 200 filtro
FILTRO A MANICHE 1

ECO 2
582
551 kW
80%
18

80 Δp mmca 80 reattore
REATTORE A CALCE

200 Δp mmca 200 filtro
FILTRO A MANICHE 2

66252 10,03 1,54 43794 -5,5220 140,0 140 55,2 15,3 153,9 2361
-420 mm c a

FUMI
65996 9,9 1,54 44486 0,9969 132,0 56,1 15,6 144,8 2256 2261
-700 mm c a

BICARBONATO kg/h 207

CALCE

aria falsa 3 % di AT
0,5 0,00 0,9 1,0330 30,0 0,2 29,5 7

aria falsa 3 % di AT
0,5 0,00 0,9 0,0000 30,0 0,2 29,5 7

kg/mc 956,7
Q kg/s 7,3
DN 8"
Di m 0,080
Leq m 300
v m/s 1,52
Dp bar 0,85
losses KW 107

9,7 58,0 1,0330 158,8 16,1 174,4 2808

idraulica griglia
potenza assorbita 15 KW

SCORIE secche
70% 1 80 0,6 0,17

sist. Scorie
15 KW adsorbed

250 250

aria falsa 10 % di AT
0,5 0,00 1 20 2,9 0,8 19,6 16

FUMI in ECO
10,1 1,96 69,6 1,028 369 19,3 417,0 8065

ceneri kg/h 262
sali kg/h 272

PSR
0,5 0,00 0,5 10,9866 150,0 0,1 150,3 22

sistema di depurazione fumi
20 KW adsorbed

sistema trasporto ceneri
20 KW adsorbed

Acqua alimento
26,3 55,2 126 7,31 534 3904

Nmc/h 45949 Nmc/h dry 38955 Nmc/h dry 48491
% vol % vol dry % vol dry
O2 7,25 8,55 11
CO2 9,3 10,99 8,83
N2 68,2 80,43 64,61
H2O 15,2

0%

Di 1090 mm
v 21,6 m/s

71%

ARIA SECONDARIA
0,5 10371 1 19 13,4 3,7 19,0 71

100 100 100 100 50 150

ARIA DI COMBUSTIONE SECONDARIA
10941 0,5
10371 1 15 0
13,4 3,7 14,7 0,0 55 0
prevalenza 500
potenza 20 KW 500 mmca assorbita

x2

ARIA DI COMBUSTIONE PRIMARIA
25529 0,5
24200 1 15 0
31,2 8,7 14,7 0,0 128 0
prevalenza 435
potenza 40 KW 435 mmca assorbita

x2

ARIA PRIMARIA set for fuel 171 30 9 5 4 20 17

RISC. ARIA VAPORE
0,5 1 170 31,2 8,7 170,9 1482
aria 373 8,7 127,8 1109
vapore 373
95%

RISC. ARIA VAPORE
0,5 1 128 8,7 119,7 1038
aria 71 8,7 119,7 1038
acqua 71 1038 164
75%

RISC. ARIA ACQUA
0,5 1 120,0 19,4 19,0 165 285
aria 873 8,7
acqua 873
82%

RISC. ARIA ACQUA
0,5 1 120 8,7 119,7 1038
aria 873 8,7 119,7 1038
acqua 873
82%

condensato HP
19 210 0,20 888 174

DAL CORPO CILINDRICO
<40
19 210 0,704 0,20 2798 547

condensato al degasatore
19,0 125 0,7 0,20 526 103

a eco 1 B
51,2 148 26,3 7,31 625 4568

da eco 1 A
52,2 175 26,3 7,31 744 5442

RICIRCOLO FUMI
19385 10,1 0,42
11893 0,0000 172 157
15,0 4,2 190,0 173,1 792 721
prevalenza 801
potenza 71 KW 801 mmca assorbita

SCR
ECO 3

SCR radiation losses
mq 90
KW 18
Dp 60

632 kW
Dp 6

77086 9,70 1,56
45949 0,0000 185
58,0 16,10 203,8
3281 3279

71173 9,70
45934 1,0330 150,0
58,0 16,10 164,6
2649
mm c a -826

BRUCIATORE AUSILIARIO
GAS NATURALE
2,0 15 0,076 0,0210 48000 1008
Aria comb 0,5 0,00 1371 1,0330 30 1,769 0,49 29,5 14

Dp 60

Dp 50

ID head 876
fan power 880 mmca
228 KW adsorbed

50 26 calc

blow down 1%
45,0 255 0,254 0,07 1102 78

ausiliari
25 compressed air
10 demi water
20 closed circuit
20 others
81 Transformers 1,50%
156 KW adsorbed

autoconsumi 876 KW

BILANCIO GdV

combustibile ausiliario		0	KW	nominale	22,50 MW
portata rifiuti		7729	kg/h	100%	22,50 MW
ore/anno di esercizio	7800	60289	T/y		186 T/day
produzione vapore		25350	kg/h		
pressione		41	bar a		
temperature		423	°C		
Temperatura acqua alimento		134	°C		
FUELinput	I	22500	KW		
Crediti	I	131	KW		
Input Totale	I	22631	KW		
Perdite GdV	L	3637	KW		
calore input	I-L	18993	KW		
calore utilizzato		18970	KW		
temperatura di riferimento		15	°C	media annua 12,6°C	
rendimento termico GdV		83,9	%		

DISPERSIONI GdV

		KW	
perdite con le ceneri		300	1,3%
uragg. Caldaia m²	1400	391	1,7%
altre perdite e margine	0,5%	113	0,5%
blow down		78	0,3%
ricupero calore ricircolo fumi		-721	-3,2%
perdite per calore nei fumi		3478	15,5%
perdite Totali		3637	

m³/h	Nm³/h	kg/s Nm³/h
Nmc/h	bar	°C
T/h	kg/s	KJ/kg
KW		

Process Flow Diagram Caso 1 22,5 MW PCI 2500 RIFERIMENTO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
Università degli Studi di Perugia
Via G. Duranti, 93
06125 Perugia
Prof. Ing. Francesco Di Maria
A.D. 1308 unipg DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Committente
AISA IMPIANTI SpA
Strada vicinale dei Mori, loc. San Zeno
52100 Arezzo

Progetto
Procedura aperta per l'affidamento dell'appalto per la progettazione esecutiva e la realizzazione del sistema di trattamento rifiuti con produzione di vapore della linea di recupero energetico L75 dell'Impianto di San Zeno, Arezzo

Tavola
P001 PFD 100% Linea recupero energetico L75

Data	Formato	Scala	
Giugno 2023	A0	-	3