



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2014**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**PROVA PRATICA**

ING/IND  
**Tema n.1/A3**

Il candidato effettui un primo dimensionamento di massima di un impianto termoelettrico a ciclo Rankine alimentato ad energia solare, tenendo conto delle allegate condizioni di insolazione. Si assuma una superficie disponibile per il campo di specchi (al lordo di spazi di servizio) di 10000 m<sup>2</sup> ed assenza di acque superficiali di refrigerazione per il condensatore.

Si approfondisca poi il dimensionamento di un elemento a scelta del candidato.

*sm*

# Monthly Solar Irradiation

## PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 37°5'24" North, 14°14'17" East, Elevation: 13 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 33 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	$H_h$	$H_{opt}$	$H(0)$	$I_{opt}$	$T_{24h}$	$N_{DD}$
Jan	2630	4280	2630	61	12.4	174
Feb	3580	5160	3580	54	11.9	152
Mar	5190	6380	5190	41	13.4	111
Apr	6270	6720	6270	25	15.5	26
May	7430	7120	7430	12	18.6	0
Jun	8090	7330	8090	4	22.0	0
Jul	8200	7630	8200	8	24.8	0
Aug	7300	7460	7300	19	25.3	0
Sep	5610	6610	5610	35	23.3	0
Oct	4230	5750	4230	49	20.6	4
Nov	2970	4710	2970	59	17.2	69
Dec	2350	4050	2350	64	13.8	130
<b>Year</b>	<b>5330</b>	<b>6100</b>	<b>5330</b>	<b>33</b>	<b>18.2</b>	<b>666</b>

$H_h$ : Irradiation on horizontal plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H_{opt}$ : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H(0)$ : Irradiation on plane at angle: 0deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$I_{opt}$ : Optimal inclination (deg.)

$T_{24h}$ : 24 hour average of temperature (°C)

$N_{DD}$ : Number of heating degree-days (-)

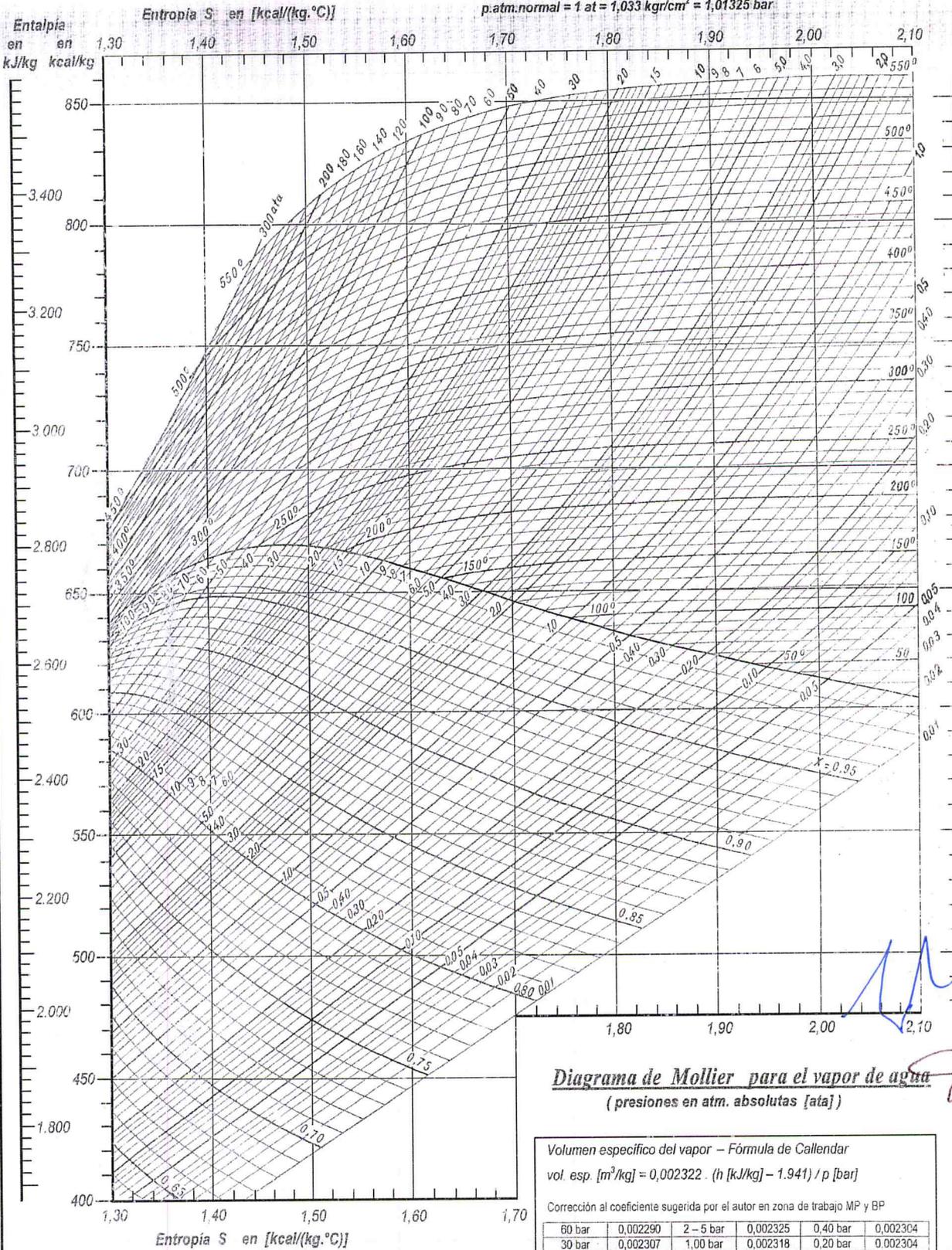


PVGIS © European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

See the disclaimer [here](#)

1 bar =  $10^5$  Pa ( $1 \text{ N/m}^2$ ) =  $1,0194 \text{ kgr/cm}^2$  =  $0,9869 \text{ at.}$  ;  $\text{kJoule} = \text{kcal} \cdot 4,187$   
 p.atm.normal =  $1 \text{ at.} = 1,033 \text{ kgr/cm}^2 = 1,01325 \text{ bar}$



**Diagrama de Mollier para el vapor de agua**  
 (presiones en atm. absolutas [ata])

Volumen específico del vapor - Fórmula de Callendar  
 vol. esp. [ $\text{m}^3/\text{kg}$ ] =  $0,002322 \cdot (h [\text{kJ/kg}] - 1.941) / p [\text{bar}]$

Corrección al coeficiente sugerida por el autor en zona de trabajo MP y BP

60 bar	0,002290	2 - 5 bar	0,002325	0.40 bar	0,002304
30 bar	0,002307	1,00 bar	0,002318	0.20 bar	0,002304
10 bar	0,002322	0,80 bar	0,002312	< 0.10 bar	0,002280





# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2014**

---

## **SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

### **PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 2/A3**

Il candidato esegua il progetto completo della parte elettrica e meccanica (compresa la parte esterna con relativo impianto di raffreddamento) di un trasformatore trifase in olio per cabina di media tensione secondo la specifica sotto riportata. Il dimensionamento dovrà essere corredato di disegni esecutivi quotati.

SPECIFICA :

Potenza  $P = 350$  kVA

Tensione primaria  $V1 = 10$  kV

Tensione secondaria  $V2 = 380$  v.

Frequenza  $f = 50$  Hz.

Collegamento stella-stella

Rendimento richiesto 98%

Eventuali dati mancanti sono a scelta del candidato

*ghe* *ML*





# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2014

## SEZIONE A

SETTORE:  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

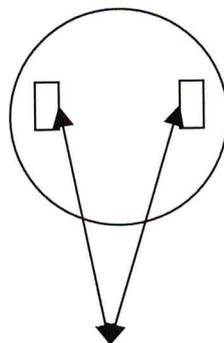
### PROVA PRATICA

ING.IND.

**Tema n. 3/A3**

Il candidato progetti, dalla preparazione della polvere alla lappatura finale, un pezzo in materiale ceramico per miscelatori d'acqua tenendo conto delle seguenti specifiche di progetto:

1. il materiale di partenza deve essere una polvere disponibile in commercio;
2. la geometria del pezzo è circolare con raggio 30 mm;
3. sono presenti due fori centrati sullo stesso diametro con centro dei fori a 15 mm dal centro del pezzo circolare, di larghezza di 5 mm, altezza 7 mm (il pezzo è a sezione costante, si veda la figura);
4. Il carico massimo che deve essere sostenuto dal pezzo è di 10 N, applicato nel centro del pezzo circolare (per i calcoli si supponga il pezzo come un disco caricato in flessione biassiale);
5. la lappatura finale viene conclusa con abrasivo diamantato di 6 $\mu$ m.



Fori passanti

Figura 1: geometria del pezzo.





# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2014**

## SEZIONE A

### SETTORE: **INGEGNERIA INDUSTRIALE** **PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 4/A3**

L'ing. Marchiol è stato appena assunto presso la ArredoPlus SpA, azienda esclusivamente commerciale che opera nel campo dell'arredamento di manufatti in legno. Il Presidente, sig. Renato, ha sentito molto parlare delle vendite online che stanno prendendosi quote di mercato della sua azienda: Il fatturato è in calo per effetto di una contrazione dei consumi ma anche perché, grazie al canale internet, è possibile trovare online su alcuni siti gli stessi prodotti commercializzati ad un prezzo minore.

L'ing. Marchiol viene investito del problema ed, anzi, il sig. Renato sottolinea che la sua assunzione è avvenuta proprio per sviluppare il nuovo canale. Ciò che il Presidente vuole da lui in vista del prossimo Consiglio di Amministrazione (dove c'è un membro assolutamente contrario a questo progetto) è la stesura di un piano di azione "professionale" che valuti la fattibilità della nuova iniziativa, prendendo le mosse da un'analisi della mercato, della concorrenza e della redditività del nuovo canale che si affiancherebbe a quello già ormai consolidato e più "tradizionale" della vendita a grossisti.

In particolare, la nuova attività non richiederebbe molto spazio: l'attuale show room in affitto continuerebbe ad essere utilizzato per il canale "tradizionale", insieme alle persone del customer center. I sistemi informativi sarebbero, invece, appannaggio per il 90% del nuovo canale, cui sarebbe imputato anche l'ing. Marchiol, due nuovi collaboratori del Marketing e due nuovi magazzinieri per le spedizioni. Il ruolo del Presidente sarebbe quello di tenere i contatti con i grossisti per il 40% del suo tempo, per il 10% alla gestione aziendale equamente distribuiti fra il nuovo canale e quello tradizionale e, per il 50% alla scelta dei nuovi modelli (ne saranno sviluppati 3 per il canale tradizionale e 7 per il canale online). L'amministrazione riuscirà a gestire con le 2 impiegate attuali anche il nuovo canale, ma il loro costo sarà attribuito per il 60% al canale tradizionale e per il 40% a quello online.

Alcune voci di costo sono riportate in tabella seguente.

affitto e gestione show room	10.000	€/mese
costo noleggio sistemi informativi	120.000	€/anno
sviluppo nuovo sito	36.000	€/anno
Ing. Marchiol	36.000	€/anno
costo un magazziniere	2.000	€/mese
costo segreteria amministrativa (2 addette)	60.000	€/anno
costo ciascuna addetta marketing	2.400	€/mese
Compenso Presidente	90.000	€/anno

All'ing. Marchiol, il Presidente chiede anche di sapere quale sarebbe il fatturato di pareggio per il nuovo canale, posto che, per le vendite, si avrà un margine di contribuzione medio del 10%.

Il candidato, ricorrendo ai dati presenti nel tema ed integrandoli con eventuali dati di propria invenzione, si immedesima nell'ing. Marchiol e produca una relazione di stampo professionale per consentire al CdA di valutare appieno strategicamente (analisi del mercato, settore,...) e quantitativamente (costi, fatturato di Break-even,...) la bontà del progetto di espansione delle vendite sul nuovo canale, comprensiva di un piano di azione.



# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2014**

## **SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

### **PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 5/A3**

Una Società manifatturiera meccanica, specializzata in prodotti di nicchia (componenti funzionali per apparati complessi) gestisce una sua quota di mercato con l'impianto di cui dispone già da alcuni anni parzialmente automatizzato ma efficiente ed adeguato alla richiesta di produzione. L'impianto ha una produzione di targa di 600 pezzi/mese ed è impiegato per una produzione di 500 unità / mese in quanto copre la richiesta del mercato.

Il CdA però decide di ampliare la zona di influenza su mercati esteri dove prodotti analoghi sono sì disponibili ma a prezzi decisamente più elevati.

Poiché si vuole penetrare questi mercati con una politica commerciale aggressiva, ha incaricato un proprio staff operativo che studi soluzioni produttive che soddisfino il requisito di cui sopra, proponendo una produzione mensile tra 700 e 1000 unità, con un target in prima battuta di 900 pezzi/mese con una riduzione dei costi di produzione in un intorno del 20%.

Il team ha sviluppato lo studio indicando 3 possibili soluzioni che poi hanno analizzato anche con il metodo dell' **Analisi Decisionale Kepner-Tregoe (K-T)**.

Il candidato sulla base di requisiti sopra riportati e con le informazioni di dettaglio di seguito riportate:

1. sviluppi gli elementi che individuano le tre possibili soluzioni e la situazione AS IS
2. sulla base delle risultanze esprima una propria opinione sulla soluzione ottimale
3. Effettui l'analisi decisionale K-T e valuti rischi ed impatti di ciascuna soluzione
4. Commenti i risultati ottenuti.

#### Impianto attuale:

- Impianto completamente ammortizzato (> 10 anni)
- Personale 6 unità (costo annuo per ciascuno di 40k€ inclusi oneri accessori)
- Materie prime e consumabili 30€ a pezzo
- Scarti per difettologie 5% della produzione mensile



## Università degli Studi di Udine

### ESAMI DI STATO

DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2^ SESSIONE – ANNO 2014

---

#### Prima proposta

- Non modifiche all'impianto ma utilizzato alla capacità di targa (600 pezzi/mese), approvvigionamento da subfornitori qualificati delle unità mancanti (max 400) al costo di 120€/pezzo

#### Seconda proposta

- Revamping parziale dell'impianto con un investimento di 100.000€ e portare la sua capacità produttiva a 750 pezzi/mese integrando le parti mancanti come nella soluzione precedente

#### Terza proposta

- Intervento radicale con l'installazione di un impianto di nuova generazione con automazione spinta con capacità massima di 1200 pezzi/mese con un investimento di 800.000 € che impiega tre persone, scarti di produzione 1%, manutenzione 1€/pezzo, materie prime consumabili 28€/pezzo.

Si consideri nei calcoli un target produttivo di 900 pezzi/mese, i mesi lavorati 10, e la riduzione dei costi di almeno il 15% rispetto alla situazione attuale.

- **Il candidato indichi il costo unitario di ciascuna soluzione oltre a quella attuale.**
- **Rappresenti la Matrice di decisione K-T e la confronti con la propria scelta**
- **Valuti rischi ed impatti di ciascuna soluzione individuata.**

*Stur*  *Stur*



# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2014

## SEZIONE A

SETTORE:  
INGEGNERIA INDUSTRIALE

### PROVA PRATICA

ING/IND

Tema n. 6/A3

Un processo produttivo industriale genera un effluente gassoso che possiede, nel punto di intercettazione immediatamente a monte dei trattamenti depurativi, una portata di 2,80 Nm<sup>3</sup>/s e una temperatura di 570 K. L'analisi chimica ne fornisce la seguente composizione (riferita a 298 K, 1 atm):

N <sub>2</sub>	
O <sub>2</sub>	15,8 %
CO <sub>2</sub>	2,0 %
VOC	120 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	40 mg/m <sup>3</sup>
particolato	950 mg/m <sup>3</sup>

distribuzione dimensionale del particolato:

diámetro [μm]	2	5	10	15	20	25	30	35
%	6	22	48	10	7	3	2	2

densità media del particolato: 1,60 g/cm<sup>3</sup>.



I responsabili dell'area tecnica dell'industria decidono di installare un comparto di trattamento dell'effluente composto da cicloni separatori per l'abbattimento del particolato, seguiti da colonne spray a liquido per ottenere l'assorbimento dei VOC.

Relativamente al comparto di trattamento in esame, al candidato si richiede di:

- 1) Dimensionare nelle linee generali la batteria di cicloni separatori per ottenere un abbattimento di almeno il 90% nei confronti del particolato da 10 μm, determinando in particolare: numero di cicloni, diametro, altezza, temperatura operativa, efficienza globale di abbattimento nei confronti della granulometria di particolato assegnata, perdite di carico associate e potenza teorica dei compressori;
- 2) Dimensionare nelle linee generali la batteria di colonne spray determinandone in particolare numero, caratteristiche geometriche, temperatura di funzionamento etc.

Si calcoli inoltre, tramite bilancio di massa sul trasferimento di VOC da gas a liquido, il diametro medio delle particelle  $d_p$  di liquido nebulizzato per garantire in fondo alla colonna una concentrazione di VOC pari all'85% della  $c_{sat}$ , assumendo che la fluenza  $J(x)$  della specie diffondente segua la legge:

$$J(x) = D \frac{c_{sat} - c(x)}{0.5 d_p}$$



## Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2014**

---

- 3) Rappresentare graficamente in scala opportuna il layout completo del comparto di trattamento in esame, includendo inoltre apparecchiature per gli scambi termici, compressori e indicando le temperature operative del gas nei punti più caratteristici della filiera.

Ulteriori dati disponibili:

- diffusività in fase liquida dei VOC presenti nel gas, a 298 K,  $D = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  ;
- viscosità dinamica del gas valutabile con buona approssimazione tramite la seguente serie, valida per  $T \in (100 \div 700) \text{ K}$ , con  $\mu [\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot 10^{-5}]$ :

$$\mu = 4\text{E-}09 T^3 - 8\text{E-}06 T^2 + 0.0084 T - 0.08$$

Tutti gli altri dati necessari alla soluzione dei problemi sono a scelta del candidato.

