

# **Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di**

## **Ingegnere Specialista**

### **II Sessione 2008**

#### **Settore Civile-Ambientale**

#### **II Prova scritta – Ambiente e Territorio**

##### **(Energia, sostenibilità, impatto ambientale)**

In relazione ad una centrale termica per produzione di energia elettrica da 300MW o, in alternativa, in relazione ad una importante infrastruttura viaria, il candidato descriva dettagliatamente l'organizzazione di uno studio di impatto ambientale reso in conformità alla nuova normativa nazionale. Con riferimento ai diversi quadri che costituiscono lo studio ed alle diverse fasi del progetto, definisca gli strumenti da utilizzare per valutare gli impatti sulle diverse matrici ambientali, il tipo di risultati attesi e le modalità di presentazione degli stessi ed individui, infine, le professionalità richieste per l'analisi. Dopo aver individuato la sequenza di azioni ed attività necessarie per il processo di valutazione ipotizzi un diagramma temporale per la programmazione dell'intervento.

#### **Settore Civile-Ambientale**

#### **II prova scritta – Civile (strutture)**

Il candidato descriva i passi e la metodologia per definire correttamente e con sufficiente precisione i carichi agenti su di una struttura. Se ne è a conoscenza, faccia anche riferimento ai criteri probabilistici per la definizione dei carichi nelle strutture civili.

#### **Prova progettuale – Civile (strutture)**

Il candidato dimensiona le strutture principali di un edificio civile abitazione, composto da un piano terra di altezza utile pari a 4.20 m ed un primo piano con copertura piana di altezza interiore utile pari a 3.00 m. Le dimensioni in pianta sono pari a 15 m x 9 m.

Il candidato è libero nella scelta del materiale e della tipologia strutturale, nonché della disposizione di travi e pilastri. Faccia astrazione del corpo scala, assumendolo esterno all'edificio e giuntato con questo.

Nel definire e dimensionare le fondazioni assuma alla base del calcolo opportune ipotesi sul terreno. I carichi verticali agenti sono quelli di normativa, mentre quelli orizzontali sono convenzionalmente assunti pari a 0.1 del peso della struttura, ed applicati con carico triangolare rovescio in corrispondenza dei solai.

## **Settore Civile-Ambientale**

### **II Prova scritta – Edile**

Il candidato esponga i criteri di progettazione di un edificio destinato ad auditorium per un piccolo centro urbano.

Il tema va svolto nella forma di una relazione progettuale generale, con l'eventuale uso di schemi grafici, toccando gli aspetti urbanistici, funzionali-distributivi, costruttivi, statici, ecc.

### **Prova progettuale – Edile**

Progettare una piccola scuola di musica.

Siano previsti:

- a) al piano terra: atrio di ingresso, tre aule da 200 mq ciascuna, servizi igienici e giardino privato.
- b) al piano superiore: alcuni uffici e sale di prova individuali.

Disegnare:

- 1) planimetria generale (scala 1:500) indicando la viabilità, le aree di parcheggio, le aree verdi, ecc.
- 2) pianta del piano terra e del piano superiore (scala 1:200) con indicazione della struttura portante;
- 3) prospetti (scala 1:200);
- 4) una sezione trasversale;
- 5) schizzi prospettici.

## **Settore Industriale**

### **II Prova scritta – Fisica Tecnica**

Il candidato descriva i differenti impianti frigoriferi attualmente utilizzati, specificandone i possibili impieghi e campi di applicazione, con riferimento all'impatto ambientale derivante dal loro utilizzo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio  
della Professione di Ingegnere Specialista  
II Sessione – 13 gennaio 2009**

**Prova progettuale – Meccanica (Fisica Tecnica Industriale)**

**Traccia**

Il candidato valuti la possibilità di realizzare un impianto di cogenerazione a ciclo combinato, costituito da un gruppo turbogas e da un generatore di vapore a recupero (GVR), da installare in una città di 30000 abitanti, secondo i dati del progetto preliminare in seguito proposto.

L'impianto deve erogare energia termica alla locale rete di teleriscaldamento e provvedere al fabbisogno di energia elettrica e termica di una industria. L'eventuale eccedenza elettrica prodotta sarà immessa in rete.

Dopo aver fornito una possibile disposizione (o layout) dei componenti dell'impianto, il candidato determini il bilancio termico del generatore di vapore a recupero, il consumo orario di combustibile e la potenza elettrica fornita dall'impianto combinato ai morsetti degli alternatori.

Infine, provveda alla definizione e al calcolo dei parametri utilizzati per valutare le prestazioni dell'impianto cogenerativo in esame.

**Dettagli del progetto preliminare.**

**1. Caratteristiche dell'impianto a gas a circuito aperto.**

Nell'impianto a gas a circuito aperto, il compressore aspira aria ( $c_p=1.006$  kJ/kgK,  $k=1.4$ ) alla temperatura di 15 °C, mentre i prodotti della combustione ( $c_p=1.11$  kJ/kgK,  $k=1.33$ ) entrano in turbina a 1520 K. Il combustibile utilizzato è gas naturale.

Le caratteristiche principali sono di seguito riassunte.

<b>Impianto a gas</b>	
ingresso al compressore	1 bar, 15 °C
rapporto di compressione	17
rendimento politropico del compressore	0.88
temperatura ingresso in turbina	1520 K
rendimento politropico della turbina	0.92
potere calorifico inferiore del combustibile	50000 kJ/kg
potenza elettrica all'alternatore	255 MW
<hr/>	
rendimento di combustione	0.98
rendimento meccanico	0.96
rendimento elettrico	0.98

## Settore dell'Informazione

### II Prova scritta – Gestionale

Il candidato descriva gli aspetti chiave della gestione progetti in un'organizzazione funzionale ed in un'organizzazione orientata ai progetti, evidenziandone le principali differenze. Successivamente, si espungano i principali strumenti quantitativi per la pianificazione ed il controllo delle attività di progetti, evidenziando i principali vincoli temporali tra attività e le differenze che si hanno in presenza o assenza di vincoli sulla disponibilità di risorse.

### Prova progettuale - Gestionale

In un impianto produttivo devono essere realizzati tre manufatti, denominati prodotto *A*, prodotto *B*, prodotto *C* e prodotto *D*. L'impianto lavora 250 giorni l'anno, e per ogni giorno lavorativo vi è un unico turno di 8 ore. Ci sono 5 operazioni complessivamente richieste dai tre prodotti: *tranciatura*, *dentellatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*. In particolare,

- il prodotto *A* richiede la sequenza di operazioni: *tranciatura*, *dentellatura*, *piegatura* e *finitura*,
- il prodotto *B* richiede la sequenza: *tranciatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*,
- il prodotto *C* richiede la sequenza: *tranciatura*, *piegatura*, *punzonatura* e *finitura*,
- il prodotto *D* richiede la sequenza: *tranciatura*, *dentellatura*, *piegatura* e *finitura*.

La domanda dei tre prodotti è nota e costante, e con essa i volumi di produzione pari a 25000 unità per il prodotto *A*, 21000 per il prodotto *B*, 22000 per il prodotto *C* e 10000 per il prodotto *D*.

Sono anche noti i tempi medi che intercorrono tra due avarie consecutive di una macchina (denominati MTBF, *Mean Time Before Failure*), la percentuale degli scarti prodotti da ogni macchina, ed i tempi ciclo di targa delle macchine che svolgono in maniera dedicata ciascuna fase di lavorazione, come riportato nella tabella seguente:

<i>Macchina</i>	<i>Tempo ciclo</i>	<i>MTBF</i>	<i>%scarti</i>	<i>Costo</i>
Tranciatura	1,5 min	2500 ore	0%	100KEuro
Dentellatura	1.9 min	2200 ore	6%	120KEuro
Punzonatura	2,0 min	3400 ore	8%	150KEuro
Piegatura	2,2 min	1200 ore	8%	180KEuro
Finitura	1,8 min	2300 ore	4%	80KEuro

Si noti che il tempo medio necessario per riparare una macchina in avaria è di 22 ore. Inoltre, ogni macchina è in grado di effettuare il controllo di qualità della lavorazione effettuata e, in caso esso dia esito negativo, di scartare il pezzo lavorato.

Dato il costo unitario dei macchinari (riportato nella tabella soprastante), si stabilisca se sia più conveniente progettare il layout produttivo per linea o per reparti, riportando i dettagli dei due progetti. Valutare cosa cambia se si avesse l'opportunità di utilizzare più di un turno in una giornata.

## Settore Industriale

### II Prova scritta – Impianti Industriali

L'Overall Equipment Effectiveness (O.E.E.) di un'unità produttiva: formulazione e analisi puntuale delle modalità operative che ne favoriscono l'incremento.

## Prova progettuale – Impianti Industriali

Si deve realizzare un nuovo impianto per la produzione di vettovaglie in materiale plastico basato su due distinte tecnologie, la termoformatura e lo stampaggio ad iniezione.

I prodotti da realizzare sono stati raggruppati in famiglie da realizzare secondo i formati ed i volumi produttivi riportati in tabella I.

Le sequenze di operazioni necessarie per la produzione dei prodotti sono riportate nella tabella II, insieme ai macchinari richiesti per la loro esecuzione ed alle relative potenzialità produttive teoriche (comprendenti però i tempi per le operazioni di carico e scarico).

I macchinari da utilizzare per la realizzazione dei cicli stessi sono riportati, insieme al loro costo e alle loro caratteristiche tecniche, nella tabella III.

Si tenga inoltre conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- ❑ apertura dell'impianto 220 gg/anno per 5 gg/settimana, per 8 h a turno;
- ❑ costo aziendale della manodopera pari a circa 25.000 €/anno per i turni diurni, 30.000 €/anno per il turno notturno;
- ❑ gli operatori saranno occupati prevalentemente nel controllo delle macchine (caratterizzate da un buon livello di automazione) e nelle altre operazioni produttive (carico/scarico pezzi, attrezzamenti e sostituzione degli utensili usurati). Si assuma che mediamente è necessario un operatore ogni due macchinari ma che termoformatura, stampaggio e confezionamento non possano condividere le stesse risorse.

Il candidato, formulando delle ipotesi coerenti per i dati mancanti, effettui il dimensionamento di massima dello stabilimento, il quale dovrà comprendere:

- ❑ La scelta del tipo di layout più adeguato alla produzione e la rappresentazione di massima dello stesso (disposizione su una pianta rettangolare di proporzioni 1:2);
- ❑ La scelta del numero di turni di lavoro (eventualmente differenziabile per le diverse lavorazioni);
- ❑ La determinazione del numero totale dei macchinari;
- ❑ La determinazione del numero totale di addetti alla produzione;
- ❑ L'individuazione delle modalità di produzione per i diversi macchinari (produzione continua o a lotti) ed il primo dimensionamento di eventuali buffer interoperazionali;
- ❑ La scelta dei sistemi di movimentazione interna dei materiali;
- ❑ La stima del costo annuale di impianto (comprensivo degli ammortamenti dei mezzi di produzione e del fabbricato).

### TABELLE ALLEGATE

**Tabella I – Prodotti e volumi di produzione richiesti**

<i>Prodotto</i>	<i>Pallet/sett</i>	<i>Dimensioni Pallet (n° scatole)</i>	<i>Dimensioni scatola (kg)</i>	<i>Materia prima (gr/u)</i>
A	170	32	5	5
B	200	32	6	8
C	250	32	7	10
D	40	32	11	8
E	50	32	15	13
F	60	8	17	15
G	160	8	5	4
H	60	8	15	4
I	160	8	7	5

Per i primi 5 prodotti è utilizzata una lavorazione di termoformatura; per i restanti è utilizzata una lavorazione con stampaggio ad iniezione

**Tabella II – Cicli di produzione**

<b>TERMOFORMATURA</b>			
<b>Id</b>	<b>Fase</b>	<b>Tipo Macchina</b>	<b>TC</b>
T1	ESTRUSIONE	ESTRUSORE	8 u/s
T2	BOBINATURA	BOBINATRICE	*
T3	TERMOFORMATURA	TERMOFORMATRICE	7 u/s
T4	TRANCIATURA	TRANCIATRICE	*
I	CONFEZIONAMENTO	INSCATOLATRICE	20 scatole/h
P	CONFEZIONAMENTO	PALLETTIZZATORE	*

Il materiale granulare viene estruso e trasformato in film che deve essere immediatamente sbobinato. Successivamente il film può essere scaldato, fatto aderire allo stampo e quindi raffreddato nella termoformatrice, quindi la tranciatrice elimina con un taglio netto la bava attorno al prodotto. Il prodotto finito può quindi essere successivamente inscatolato e quindi confezionato in pallet.

<b>STAMPAGGIO AD INIEZIONE</b>			
<b>Id</b>	<b>Fase</b>	<b>Tipo Macchina</b>	<b>Pezzi per ora</b>
S1	INIEZIONE	PRESSA AD INIEZIONE	4 u/s
I	CONFEZIONAMENTO	INSCATOLATRICE	20 scatole/h
P	CONFEZIONAMENTO	PALLETTIZZATORE	*

Il materiale granulare viene inviato direttamente nella pressa ad iniezione che gli conferisce la forma definitiva. Il prodotto finito può quindi essere successivamente inscatolato e quindi confezionato in pallet.

\*: Si adegua alla cadenza produttiva della macchina precedente.

**Tabella III– Tabella macchine**

<b>Id</b>	<b>Tipo Macchina</b>	<b>Tempo Setup (min)</b>	<b>Energia Elettrica (kW)</b>	<b>Acqua (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Ingombro</b>	<b>Costo Macchina e attrezzature (€)</b>
T1	ESTRUSORE	180	185	---	10m x 5m	415.000
T2	BOBINATRICE	Asserv.	---	---	5m x 5m	105.000
T3	TERMOFORMATRICE	120	25	10	8m x 5m	95.000
T4	TRANCIATRICE	Asserv.	5	---	4m x 5m	50.000
S1	PRESSA AD INIEZIONE	120	35	10	8m x 5m	205.000
I	INSCATOLATRICE	30	15	---	4m x 5m	15.000
P	PALLETTIZZATORE	---	15	---	4m x 5m	25.000

\*: si considerino i costi di acquisto e installazione ammortizzabili al 16% annuo

### **Setup**

Termoformatrice e Pressa ad iniezione necessitano di tempi di setup significativi ad ogni cambio prodotto per il cambio degli stampi.

Particolare attenzione va posta all'Estrusore perché nonostante in questa fase il prodotto si possa assumere indifferenziato, il macchinario necessita di lunghi tempi per ogni singolo riavvio che causa anche una significativa produzione di scarti (quantificabile in c.a 1 ora di produzione).

### ***Guasti***

Si assuma che i macchinari, ad eccezione dell'estrusore, presentino un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 98 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 2 ore.

Per l'estrusore si assuma invece un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 392 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 8 ore (comprensivo delle operazioni di riavvio citate precedentemente).

### ***Microfermate e rallentamenti***

Si assuma che le perdite di velocità per microfermate e rallentamenti siano mediamente pari:

- al 5 % del tempo operativo se il macchinario lavora un unico articolo;
- al 10 % del tempo operativo se il macchinario lavora più di un articolo.

### ***Scarti e sfridi***

Si assuma una percentuale media di sfridi pari al 2% del prodotto che vengono realizzati presso la tranciatrice.

Sia assumano trascurabili gli sfridi per lo stampaggio ad iniezione.

Si assuma una percentuale media di prodotti difettosi pari al 3% (si assuma per semplicità che i prodotti difettosi siano tutti individuati ed allontanati immediatamente prima del confezionamento).

## **Settore dell'Informazione**

### **II Prova scritta – Informatica**

Si descrivano gli elementi fondamentali della pianificazione dei progetti software, soffermandosi in particolare sulla descrizione di una o più tecniche di stima di durata, costi ed *effort* di un progetto software. Si forniscano inoltre adeguati esempi applicativi, a scelta del candidato.

### **Prova progettuale – Informatica**

Una società di autonoleggio ha necessità di sviluppare un sistema software per la gestione del parco autovetture, con le seguenti funzionalità:

- ☐ ricerca delle autovetture disponibili (in base a marca e modello);
- ☐ ricerca delle autovetture noleggiate;
- ☐ noleggio autovettura;
- ☐ rientro autovettura da noleggio;
- ☐ inserimento nuova autovettura;
- ☐ cancellazione autovettura;

Il candidato produca il documento di specifica per il sistema descritto, seguendo un metodo di specifica *object-oriented* e facendo uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language) per lo sviluppo dei modelli di sistema.

## Tabella IV – Costi

### *Materie prime*

Si consideri oltre al materiale granulare necessario per la produzione, le scatole necessarie per il confezionamento dei prodotti finiti.

<b>Materia Prima</b>	<b>Costo (€/kg)</b>
Materiale granulare	1,70
Scatole	0,50

### *Fabbricato, Terreno ed Edifici*

Si includa sotto tale voce il capannone contenente le unità produttive, il terreno (8 volte il capannone), la palazzina uffici-servizi (1/6 le dimensioni del fabbricato) e le opere di urbanizzazione necessarie (1/10 del costo totale).

La tabella seguente riporta i costi e la metratura necessaria:

<b>Voce/Costo</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
Terreno	25
Opere di urbanizzazione	N.A.
Fabbricato	270
Palazzina	1.000

### *Impianti generali*

Il costo degli altri impianti è rapportato al metro quadro di capannone industriale.

<b>Impianto</b>	<b>Costo</b>	<b>Anni ammortamento</b>
Impianti generali (riscaldamento, illuminazione, f.e.m., acqua industriale e potabile, aria compressa)	80 €/m <sup>2</sup>	5
Sistema di movimentazione	50 €/m <sup>2</sup>	5
Altro (portoni, scaffalature, ecc.)	100.000 €	5

Il costo annuo di manutenzione può essere valutato come il 5% del costo di acquisto di macchinari e impianti.

### *Servizi di impianto*

Energia Elettrica	0,15 €/kWh
Riscaldamento (intero impianto)	400 Mcal/h - 0,1 €/Mcal
Acqua	0,5 €/m <sup>3</sup>



## Settore dell'Informazione

### **Prova progettuale – Telecomunicazioni**

Da una sonda spaziale distante 50 milioni di km dalla Terra si trasmettono fotografie in toni di grigio alla velocità di due al minuto, utilizzando una trasmissione PAM binaria codificata  $\frac{1}{2}$  e che modula in ampiezza una portante a 3GHz. Ogni fotografia è composta da 640 righe con 640 pixel/riga, ed ogni pixel è rappresentato in modo binario usando una scala di grigi a 256 valori.

In ricezione si opera con un filtro adattato e al campionatore si richiedono impulsi di Nyquist con fattore di roll-off  $\alpha \leq 0,5$ . Si vuole inoltre ottenere una probabilità d'errore sul bit (BER)  $P_b$  non superiore a  $10^{-6}$ .

Avendo a disposizione i seguenti dati:

- apertura del fascio (a -3dB) dell'antenna parabolica trasmittente  $\tilde{\varphi}=2^\circ$  ;
- diametro dell'antenna ricevente  $d_R=50\text{m}$  ;
- efficienza delle due antenne  $\eta=0,6$ ;
- temperatura equivalente di rumore del ricevitore  $T_R=35\text{K}$  ;
- temperatura equivalente d'antenna  $T_g=30\text{K}$  (rumore delle stelle);
- guadagno di codifica, 2,5dB.

si determini:

- la banda BT occupata in trasmissione;
- la potenza PT che la sonda deve impiegare in trasmissione;
- si disegni uno schema a blocchi dettagliato dell'intero sistema di trasmissione e ricezione.

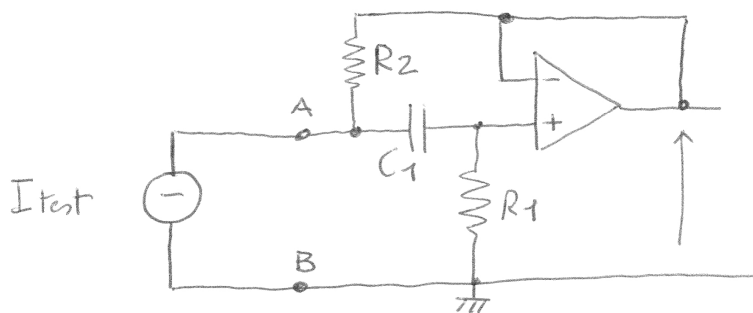
Si consideri ora di voler trasmettere delle immagini di risoluzione 720 righe con 720 pixel/riga, mantenendo invariato il numero di immagini trasmesse per minuto, il numero medio di bit errati trasmessi per ciascuna immagine, e mantenendo invariata la banda di trasmissione;

Progettare una soluzione che soddisfi le nuove specifiche e che minimizzi al contempo il necessario aumento di potenza trasmessa dalla sonda (svolgere i calcoli e disegnare il nuovo schema del ricevitore).

Il candidato risolva i seguenti esercizi

Esercizio 1:

Del circuito in figura determinare l'impedenza vista ai capi dei morsetti A e B (considerare il caso in cui venga applicato un generatore ideale di corrente sinusoidale  $I_{TEST}$ ). Si determini inoltre, il circuito equivalente di  $Z_{AB}$  mettendone in evidenza le peculiarità. [Dati  $C_1=2\mu F$ ;  $R_1=2M\Omega$ ;  $R_2=200\Omega$ ; si consideri l'amplificatore operazionale ideale].



Esercizio 2:

Nel circuito rappresentato in figura il condensatore è scarico e l'interruttore  $I_{n1}$  viene chiuso al tempo  $t=0$ .

Si determinino:

- le espressioni delle correnti  $i_1(t)$  e  $i_2(t)$ ;
- il valore della corrente nel circuito al tempo  $t=0^+$  e la potenza dissipata in quell'istante;
- Il valore della carica  $Q$  ai capi del condensatore dopo un tempo pari a  $8/5$  s e per  $t \rightarrow \infty$ ;
- La potenza dissipata per  $t \rightarrow \infty$ ;
- Calcolare inoltre l'espressione della corrente totale al tempo  $t=100$  s se al tempo  $t=10$  sec si è chiuso l'interruttore  $I_{n2}$ .

