



**GRUPPO  
ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA**

**REGOLAMENTO PER LA QUALIFICAZIONE DELLE  
FIGURE PROFESSIONALI NEL CAMPO DEI  
TRATTAMENTI TERMICI E TERMOCHIMICI:**

- ❖ OPERATORE**
- ❖ TECNOLOGO**

Documento n° CER\_QAS 094 R

## INDICE

- 1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**
- 2 RIFERIMENTI**
- 3 DEFINIZIONI**
- 4 REQUISITI PER LA QUALIFICAZIONE**
- 5 CORSI**
- 6 ESAME**
- 7 VERBALE E RELAZIONE FINALE**
- 8 RIPETIZIONE DELL'ESAME**
- 9 DIPLOMA**
- 10 RISERVATEZZA**
- 11 DOCUMENTAZIONE**
- 12 CONDIZIONI CONTRATTUALI**

## ALLEGATI

- A Programma didattico del modulo teorico di base
- B Contenuto del modulo pratico integrativo per la qualifica professionale "Basic"
- C Contenuto del modulo pratico integrativo e teorico per la qualifica professionale "Standard Level"
- D Programma didattico del modulo teorico di Tecnologo Trattamenti Termici
- E Contenuto del modulo teorico-pratico integrativo per la qualifica professionale "Comprehensive Level"

## 1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente Regolamento definisce le modalità di qualificazione, rilasciata da IIS CERT, delle seguenti figure professionali (vedere anche § 3):

- a) Operatore Trattamenti Termici (di seguito Operatore OT),
- b) Tecnologo Trattamenti Termici (di seguito Tecnologo TT),

L'applicazione del Regolamento è sottoposta alla sorveglianza del Comitato per la Salvaguardia dell'Imparzialità di IIS CERT, nel quale sono rappresentate le componenti interessate alla certificazione.

Nota 1 L'EFW prevede la qualificazione di figure professionali nel campo dei trattamenti termici di giunzioni saldate attraverso la linea guida EWF-628 (vedere § 2); IIS CERT ha stabilito nel regolamento CER\_QAS 022 R (vedere § 2) e nella scheda di certificazione CER\_QAS 048 S (vedere § 2) ivi richiamata i requisiti per accedere a tale qualificazione; di seguito sono specificati i percorsi di qualificazione per coloro che intendono accedere alle Qualifiche EWF:

Qualifica EWF	Frequenzazione Corsi	Modalità di esame
Basic Level	corso Operatore (cfr. Allegato A) + Modulo integrativo pratico di 12 ore (cfr. Allegato B)	in accordo a quanto previsto dal documento di IIS CERT CER_QAS 048 S
Standard Level	corso Operatore (cfr. Allegato A) + Modulo integrativo di 16 ore, pratico e teorico (cfr. Allegato C)	
Comprehensive Level	corso Tecnologo TT (cfr. Allegato D) + Modulo integrativo di 30 ore, pratico e teorico (cfr. Allegato E)	

Nota 2 Le condizioni generali di contratto relative alle attività oggetto del presente regolamento sono indicate nel documento CER\_QAS 017 R (vedere § 2).

## 2 RIFERIMENTI

CER_QAS 002 R	Regolamento per l'uso del marchio IIS CERT
CER_QAS 011 P	Gestione di nomine e incarichi a certificare
CER_QAS 017 R	Regolamento per la certificazione di sistemi, personale, prodotto – Condizioni generali di contratto
CER_QAS 022 R	Regolamento la qualificazione e la certificazione delle figure professionali EWF/IIW
CER_QAS 048 S	Scheda requisiti per la qualificazione a: - Heat Treatment Personnel
UNI CEI EN ISO/IEC 17024	Valutazione della conformità – Requisiti generali per organismi che eseguono la certificazione di persone
UNI EN ISO 9000	Sistemi di gestione per la qualità – Fondamenti e vocabolario
EWF-628-r1-10	EWF Special Course – Personnel with the Responsibility For Heat Treatment of Welded Joints – Minimum Requirements for the Education, Examination and Qualification

## 3 DEFINIZIONI

Per la terminologia valgono in generale le definizioni riportate nella norma UNI EN ISO 9000, integrate dalle seguenti.

**Operatore Trattamenti Termici:** persona che possiede una comprovata conoscenza metallurgica elementare e la capacità pratica per gestire i cicli di trattamento termico su componenti metallici nei reparti di imprese metallurgiche/metalmecchaniche o

imprese di trattamenti per conto terzi, sfruttando procedure già definite e validate; possiede inoltre conoscenze di base e capacità per il controllo dei risultati dei cicli termici, eseguiti tramite misure di durezza HB, HV, HR.

*Tecnologo Trattamenti Termici:* persona che possiede una comprovata ed approfondita conoscenza metallurgica e dei trattamenti termici; possiede inoltre la capacità di redigere e validare procedure tecniche e di gestione dei cicli di trattamento termico su componenti metallici nei reparti di imprese metallurgiche/metalmecchaniche o imprese di trattamenti per conto terzi e conoscenze di base e capacità per il controllo dei risultati dei cicli termici eseguiti tramite prove meccaniche fondamentali (durezza, trazione e resilienza) e gli esami metallografici con interpretazione delle microstrutture.

---

## 4 REQUISITI PER LA QUALIFICAZIONE

### 4.1 Operatore Trattamenti Termici

I richiedenti, per accedere alle qualificazioni, devono dimostrare di:

- possedere educazione scolastica a livello di licenza di scuola media inferiore;
- aver frequentato l'apposito modulo di base previsto per la figura di Operatore di trattamenti termici presso una Scuola riconosciuta da IIS CERT (vedere anche § 5);
- aver sostenuto e superato l'esame di qualificazione.

### 4.2 Tecnologo Trattamenti Termici

I richiedenti, per accedere alle qualificazioni, devono dimostrare di:

- possedere un diploma di scuola professionale;
- possedere almeno 2 anni di esperienza nell'ambito dei processi di trattamento termico;
- aver frequentato l'apposito modulo di base previsto per la figura di Tecnologo di trattamenti termici presso una Scuola di Formazione riconosciuta da IIS CERT (vedere anche § 5);
- aver sostenuto e superato l'esame di qualificazione.

### 4.3 Domanda di qualificazione

Per la qualificazione, il richiedente deve inviare ad IIS CERT la domanda, redatta nell'apposito modulo, con i seguenti allegati:

- copia, conforme all'originale, del titolo di studio posseduto;
- attestato di frequenza al corso previsto emesso da una Scuola di Formazione riconosciuta da IIS CERT;
- Curriculum vitae che attesti l'esperienza nell'ambito dei processi di trattamento termico.

---

## 5 CORSI

I corsi sono strutturati in moduli e possono essere effettuati solo presso una Scuola di Trattamenti Termici formalmente riconosciuta da IIS CERT.

I corsi devono avere le seguenti durate minime:

- Operatore Trattamenti Termici: modulo teorico di base 44 ore,
- Tecnologo Trattamenti Termici: modulo teorico di base 84 ore,

**Negli Allegati sono riportati:**

- ) **Allegato A:** programma didattico del Modulo teorico di base (operatore/basic);
- ) **Allegato B:** contenuto del Modulo pratico integrativo necessario per accedere alle qualifiche professionali “Basic” previste dalla Linea Guida EWF-628;
- ) **Allegato C:** contenuto del Modulo pratico integrativo e teorico per accedere alle qualifiche professionali “Standard Level” previste dalla Linea Guida EWF-628;
- ) **Allegato D:** programma didattico del modulo teorico di tecnologo trattamenti termici;
- ) **Allegato E:** contenuto del modulo teorico-pratico integrativo necessario per accedere alle qualifica professionale “Comprehensive Level” prevista dalla Linea Guida EWF-628.

---

## **6 ESAME**

Una Commissione d’esame (nel seguito denominata solo Commissione), appositamente nominata da IIS CERT, esamina il candidato, attraverso una prova teorica ed una prova pratica, secondo quanto descritto ai punti successivi.

La Commissione è formata da almeno due membri esperti nel campo dei trattamenti termici, di cui uno rappresentante di IIS CERT, il quale assume la funzione di Presidente della Commissione stessa, ed uno rappresentante della Scuola di Formazione, il quale tuttavia non deve aver svolto, come eventuale docente, oltre il 25% della durata del corso previsto.

I membri della Commissione devono possedere i seguenti requisiti:

- diploma di scuola media superiore o laurea;
- 10 anni di esperienza nel settore dei trattamenti termici dei metalli e/o nel settore del controllo dei prodotti metallici trattati termicamente;

I membri della Commissione sono approvati da IIS CERT secondo la procedura CER\_QAS 011 P (vedere § 2) e quindi inseriti nell’apposito software gestionale.

### **6.1 Operatore Trattamenti Termici**

#### **6.1.1 Prova teorica**

L’Operatore OT deve superare una prova scritta che consiste nel rispondere ad un questionario di 15 domande con risposte preconfezionate e ad una domanda aperta (prova scritta).

La prova scritta è superata con esito positivo se il candidato risponde correttamente ad almeno il 70% del questionario e svolge adeguatamente il tema della domanda aperta.

#### **6.1.2 Prova pratica**

Per la prova pratica è prevista l’esecuzione di un ciclo di trattamento termico a scelta tra ricottura, tempra e normalizzazione.

### **6.2 Tecnologo Trattamenti Termici**

#### **6.2.1 Prova teorica**

Il Tecnologo TT deve superare una prova teorica scritta e orale che prevede:

- la risposta a un questionario di 30 domande a risposta multipla preconfezionata più una domanda aperta (prova scritta);

- stesura di una procedura per l'esecuzione di un ciclo di trattamento termico a scelta tra ricottura, tempratura e normalizzazione;
- l'interpretazione delle registrazioni di un ciclo di trattamento termico e relativa reportistica di controllo.

#### 6.2.2 Prova pratica

Per la prova pratica è prevista l'esecuzione simulata del ciclo di trattamento termico prescelto per la stesura della procedura scritta nella relativa parte teorica.

---

### 7 VERBALE E RELAZIONE FINALE

Al termine delle prove viene compilato un verbale firmato da tutti i membri della Commissione d'esame; in tale verbale devono essere riportati:

- i nominativi dei candidati esaminati;
- la durata dell'esame;
- i risultati della valutazione delle prove singole ed il giudizio finale.

L'esito dell'esame è comunicato verbalmente, in forma riservata, dal Presidente della Commissione d'esame.

---

### 8 RIPETIZIONE DELL'ESAME

Il candidato respinto all'esame deve ripetere l'esame solo per la (le) parte (parti) non superata (superate).

L'esame, per ciascuna parte non superata, può essere ripetuto non prima di due settimane e non oltre 15 mesi rispetto alla data della prova iniziale.

In caso di un secondo esito negativo, un terzo esame può essere sostenuto non prima di 1 mese e non oltre 15 mesi rispetto alla data della seconda prova.

Dopo il terzo insuccesso in una qualunque delle parti, il candidato deve frequentare nuovamente il corso.

La quota di iscrizione versata in occasione della prima prova d'esame comprende anche le due (eventuali) successive ripetizioni della prova, ma non della terza ripetizione né quella di reinscrizione del corso di formazione, le cui quote dovranno essere nuovamente versate agli aventi diritto.

---

### 9 DIPLOMA

Al candidato che ha superato le prove di qualificazione previste viene rilasciato il Diploma, numerato e firmato, non oltre 4 settimane dalla data dell'esame.

In caso di furto, smarrimento o distruzione, facendone richiesta e dietro rimborso delle spese, il titolare può ottenere un duplicato riportante lo stesso numero dell'originale.

---

### 10 RISERVATEZZA

Gli atti (documentazione, lettere, verbali) relativi alle attività di qualificazione, a partire dalla presentazione della domanda, sono considerati riservati e quindi l'accesso ad essi è limitato alle persone coinvolte in questa attività.

**Il personale, i collaboratori di IIS CERT e i membri della Commissione, che durante l'espletamento delle proprie funzioni vengono a conoscenza dei contenuti di questi documenti, sono tenuti al segreto professionale.**

---

## **11 DOCUMENTAZIONE**

**La documentazione di qualificazione è archiviata dall'Area CFP di IIS CERT.**

---

## **12 CONDIZIONI CONTRATTUALI**

**Per le condizioni contrattuali si applica quanto indicato nel documento CER\_QAS 017 R (vedere § 2).**

**ALL. A Programma didattico del modulo teorico di base**

pag. 1 / 2

*(corrispondente alla parte teorica prevista dal corso per operatore Basic secondo la Linea Guida EWF-628)*

TAG	TITOLO	ORE	Rif. § EWF-628
	<b>Cenni di fisica dei metalli</b>		
OT1	L'atomo. Lo stato metallico. I cristalli metallici. Le trasformazioni allotropiche. Le caratteristiche meccaniche dei cristalli. Le dislocazioni. L'autodiffusione. Le leghe. Cause dell'indurimento dei metalli. Cenni sulla designazione degli acciai e delle ghise.	4	1.3 - 1.2
	<b>Principi e tecniche di tempra</b>		
OT2.1	Teoria della tempra martensitica. Il meccanismo della tempra. I fluidi tempranti. Tempra con acqua. Drasticità dell'acqua. Tempra con oli a base minerale. Caratteristiche degli oli da tempra. Viscosità. Infiammabilità. Lavabilità. Tempra con fluidi sintetici. Generalità. Vantaggi della tempra con fluidi sintetici. Vantaggi ambientali. Vantaggi economici e di produzione. Vantaggi tecnici. Controllo della concentrazione. Tempra in vasca. Capacità e forma della vasca. Relazione tra volume e superficie libera. Livello del fluido da tempra. Altezza dello strato di fluido sopra la carica. Sistemi di raffreddamento. Circolazione del fluido. Manutenzione della vasca. Inconvenienti della tempra. Contaminazione degli oli da tempra con acqua. Emissioni di fumo, esalazioni nocive e pericolo d'incendio.	1,5	1.1
OT2.2	Deformazioni. Distorsioni al riscaldamento. Distorsioni durante il raffreddamento di tempra.	0,5	
	<b>La temprabilità degli acciai</b>		
OT3	Definizione di temprabilità. Influenza dei mezzi di spegnimento.	2	1.1
	<b>Trattamenti termici fondamentali delle leghe non ferrose (Al e Cu)</b>		
OT4	Ricottura completa. Ricottura di distensione. Tempra di solubilizzazione. Invecchiamento.	2	1.1
	<b>Le atmosfere controllate</b>		
OT5.1	Il problema. Nomenclatura e definizioni. Alcune considerazioni sulla esplosività e tossicità. Il lavaggio delle camere.	0,5	
OT5.2	Potenziale di carbonio. Il potenziale d'azoto. Misura del punto di rugiada. Misura dell'ossigeno residuo. Misura del rapporto CO/CO2. Atmosfere con bassissima pressione assoluta (vuoto).	1,5	
	<b>Trattamenti termici fondamentali degli acciai</b>		
OT6.1	Trattamenti convenzionali preliminari. Ricotture. Ricottura di lavorabilità o subcritica. Ricottura completa. Ricotture globulari. Ricottura globulare subcritica. Ricottura di globulizzazione pendolare. Ricottura di distensione. Ricottura di cristallizzazione. Riassetamento. Ricristallizzazione. Ricottura di omogeneizzazione.	1,5	1.1
OT6.2	Normalizzazione. Trattamenti convenzionali finali. Tempra diretta. Tempra interrotta o scalare.	1	1.1
OT6.3	Rinvenimento di distensione. Rinvenimento d'addolcimento. Trattamenti isotermitici preliminari. Ricottura isotermitica globulare. Ricottura isotermitica normale. Ricottura bianco e nero. Patentamento. Tempra bainitica.	1	1.1
OT6.4	Indurimento superficiale. Impianti e metodi di riscaldamento. Tempra ad induzione. Fiammatura. Tempra Laser.	0,5	1.1 - 5.01
	<b>Trattamenti termochimici: la carbocementazione</b>		
OT7.1	Carbocementazione: teoria del processo. Potenziale di carbonio.. Assorbimento e diffusione del carbonio. Assorbimento del carbonio nella cementazione gassosa. Cicli di carbocementazione. Temperatura di cementazione. Durata della cementazione. Trattamenti successivi alla carbocementazione. Tempra. Il sottoraffreddamento. Rinvenimento di distensione. Carbocementazione gassosa, in vuoto, in cassetta e in bagni di sali fusi a base di cianuro. Protezioni anticementanti.	3	
OT7.2	Trattamenti di finitura. Difetti degli strati carbocementati. Ipercementazione. Decarburazione. Ossidazione. Microcricche.	1	
	<b>Trattamenti termici e deformazioni</b>		
OT8	Tipi di deformazioni. variazione di volume. Trattamenti termici e variazioni di volume. Ricottura. Tempra. Drasticità di tempra. Rinvenimento. Variazioni di forma.	2	
	<b>Trattamenti termochimici: carbonitrurazione</b>		
OT9.1	Definizioni. Teoria e pratica del processo di carbonitrurazione sopra A3. Atmosfera carbonitrurante. Protezioni antinitrocarburenti e trattamenti di finitura.	1,5	
OT9.2	Carbonitrurazione sotto A1 gassosa e in bagni di sale.	0,5	

[ segue ]

**ALL. A Programma didattico del modulo teorico di base**

pag. 2 / 2

*(corrispondente alla parte teorica prevista dal corso per operatore Basic secondo la Linea Guida EWF-628)*

TAG	TITOLO	ORE	rif. § EWF-628
	<b>Trattamenti termochimici: nitrurazione, altri trattamenti di cementazione</b>		
OT10.1	Nitrurazione gassosa convenzionale. Parametri di processo. Trattamenti preliminari. Grado di dissociazione dell'ammoniaca. Temperatura di nitrurazione. Durata del trattamento di nitrurazione. Protezioni antinitruranti. Pratica del processo di nitrurazione gassosa. Forni per la nitrurazione gassosa. Nitrurazione gassosa a potenziale d'azoto controllato.	1,5	
OT10.2	Nitrocarburazione in bagni di sale. Composizione del bagno. Temperatura del bagno. Durata del trattamento. forni per la nitrurazione salina.	1	
OT10.3	Nitrocarburazione gassosa teoria e pratica del processo.	1	
OT10.4	Anomalie della nitrurazione e loro cause. Variazioni dimensionali e deformazioni. Insufficiente profondità o durezza. Colorazione dei pezzi. Scheggiature. Eccessiva coltre bianca. Eccessiva variazione del grado di dissociazione.	0,5	
	<b>Gestione e controllo del processo</b>		
OT11.1	Lay-out di una sala di trattamento termico e gestione della produzione. Preparazione e manipolazione delle cariche.	2	
OT11.2	Forni continui, Forni a camera, Forni a pozzo e Forni sotto vuoto. Impianti di tempratura superficiale. Impianti di spegnimento e impianti accessori (lavaggio, sabbiatura, ecc.). Attrezzature per trattamento termico (cesti, pianali, griglie, ecc.).	3	
OT11.3	Apparecchiature di controllo della temperatura, tempo e mezzo cementante solido, liquido e gassoso. Pirometri, termocoppie e registratori. Analizzatori IR. Misuratori del punto di rugiada. Sonda ad ossigeno.	2	6.01 - 7.01
OT11.4	Controllo del prodotto: Preparazione e selezione provette e pezzi. Prove di durezza: teoria e prove pratiche.	1	
	<b>Sicurezza nei trattamenti termici</b>		
OT12	Applicazione della normativa di sicurezza nelle sale di TT (rischio chimico, elettrico, meccanico e termico).	4	9
OT13	<b>Influenza dei trattamenti termici sulle caratteristiche dei giunti saldati</b>	2	2
	Trattamenti termici di giunti saldati. Preriscaldamento. Mantenimento temperatura di interpass. Trattamenti termici di distensione. Tensioni residue di saldatura.		
	Attrezzature per l'esecuzione di trattamenti termici in campo. Forni mobili. Resistenze. Induttori. Attrezzature ausiliarie.		
OT14	<b>Manutenzione di sistemi a resistenza e ad induzione</b>	2	10
	(uso delle attrezzature) ispezione visiva dello stato tecnico dei riscaldatori e conduttori, accensione dei riscaldatori, collocamento di riscaldatori in relazione al componente da riscaldare.		

**Totale ore corso: 44 (da 60 minuti).**

**ALL. B Contenuto del modulo pratico integrativo per la qualifica professionale “Basic”**

*(Corrispondente alla parte teorica prevista dal corso per operatore Basic secondo la Linea Guida EWF-628)*

<b>Esecuzione trattamenti termici di giunzioni saldate - Giunzioni saldate a geometria semplice</b>	
Connessione delle termocoppie	12
Predisposizione dell'isolamento termico	
Controllo degli effetti delle operazioni di trattamento termico	
Decisione del tipo di trattamento da adottare in funzione del tipo di geometria del giunto	
Settaggio dei parametri operativi	
Trattamento del giunto saldato	
Verifica comparativa della corretta esecuzione del trattamento termico con riferimento alle prescrizioni indicate nelle specifiche operative	
<b>Totale ore integrative</b>	<b>12</b>
di cui di pratica	12

## ALL. C Contenuto del modulo pratico integrativo e teorico per la qualifica professionale "Standard Level"

(Corrispondente alla parte teorica prevista dal corso per operatore Standard secondo la Linea Guida EWF-628)

rif. EWF-628	ARGOMENTO	ORE
	<b>Selezione di problemi di elettrotecnica</b>	
4	Circuiti in serie. Circuiti in parallelo. Circuiti in serie/parallelo. Elettromagnetismo. Cicli di isteresi. Induzione elettromagnetica. Induttanza Proprietà elettriche dei metalli e delle leghe metalliche.	2
	<b>Esecuzione di trattamenti termici in accordo alla norma EN ISO 17633 e linee guida per l'esecuzione di verifiche ispettive durante e dopo l'esecuzione del processo</b>	
8	Trattamenti in camere mobili. Trattamenti localizzati. Scelta del corretto profilo di temperatura. Controllo delle registrazioni. Preparazione di istruzione tecniche.	2
11	<b>Esecuzione trattamenti termici di giunzioni saldate – Giunzioni saldate a geometria semplice</b>	12
	Connessione delle termocoppie.	
	Predisposizione dell'isolamento termico.	
	Controllo degli effetti delle operazioni di trattamento termico.	
	Decisione del tipo di trattamento da adottare in funzione del tipo di geometria del giunto.	
	Settaggio dei parametri operativi.	
	Trattamento del giunto saldato.	
Verifica comparativa della corretta esecuzione del trattamento termico con riferimento alle prescrizioni indicate nelle specifiche operative.		
	<b>Totale ore integrative</b>	<b>16</b>
	di cui di pratica	12

**ALL. D Programma didattico del modulo teorico di Tecnologo Trattamenti Termici** pg.1/4

TAG	ARGOMENTO	ORE	rif. EWF-628
	<b>Cenni di fisica dei metalli</b>		1.3 -1.2
TT.1	L'atomo. Lo stato metallico. I cristalli metallici. Le trasformazioni allotropiche. Le caratteristiche meccaniche dei cristalli. Le dislocazioni. L'autodiffusione. Le leghe. Cenni sulla designazione degli acciai e delle ghise.	4	1.1
	<b>Le trasformazioni in condizioni d'equilibrio</b>		1.1
TT.2.1	Analisi termica. Regola delle fasi. Diagramma di stato di due componenti completamente solubili sia allo stato liquido che allo stato solido Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e completamente insolubili allo stato solido. Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e parzialmente solubili allo stato solido.	2	
TT.2.2	Caratteristiche del ferro. Solidificazione delle leghe Fe-C. Trasformazione dallo stato solido delle leghe Fe-C. Punti critici. Il diagramma di stato Fe-C.	1	
TT.2.3	Proprietà dell'alluminio e Diagrammi di Stato Al-Si, Al Cu.	0,5	1.1
TT.2.4	Proprietà del rame e diagrammi Cu-Sn e Cu-Zn.	0,5	
TT.2.5	Principali microstrutture delle leghe metalliche derivanti dalle condizioni di trasformazione in condizioni di equilibrio.	2	1.1
	<b>Le trasformazioni in condizioni di non equilibrio</b>		
TT.3.1	La solidificazione dei metalli e cinetica di trasformazione in fase solida. Il fenomeno della solidificazione. Sottoraffreddamento, nucleazione ed accrescimento. La cristallizzazione dendritica.	1,5	
TT.3.2	La microsegregazione e la struttura a bande. La macrosegregazione.	0,5	
TT.3.3	Leghe Ferrose. Cinetica di trasformazione dell'austenite. Influenza della velocità di raffreddamento. Variazioni microstrutturali col variare della velocità di raffreddamento. Diagrammi TTT e CCT.	1,5	
TT.3.4	Leghe non ferrose tempra di solubilizzazione e invecchiamento.	0,5	1.1
TT.3.5	Principali microstrutture delle leghe metalliche derivanti dalle condizioni di trasformazione in condizioni di equilibrio.	1	1.1
	<b>Principi e tecniche di tempra</b>		1.1
TT.4.1	Teoria della tempra martensitica. Il meccanismo della tempra. Tempra con fluidi sintetici.	1	1.1 - 5.01
TT.4.2	I fluidi tempranti. Tempra con acqua. Drasticità dell'acqua. Corrosione indotta dall'acqua. Fermentazione nelle vasche di tempra.	0,5	
TT.4.3	Tempra con oli a base minerale. Caratteristiche degli oli da tempra. Viscosa. Additivazione. Bagnabilità. Infiammabilità. Resistenza all'ossidazione. Stabilità termica. Volatilità. Lavabilità. Classificazione degli oli da tempra. Controllo degli oli da tempra in esercizio.	1	
TT.4.4	Inconvenienti della tempra. deformazioni e distorsioni, distorsioni al riscaldamento. Scelta del fluido da tempra. Vantaggi della tempra con fluidi sintetici. Vantaggi ambientali. Vantaggi economici e di produzione.	0,5	
TT.4.5	Definizione di temprabilità. Influenza dei mezzi di spegnimento. Diametro e durezza critica. Metodi valutazione della temprabilità. Correlazione tra temprabilità, composizione chimica e dimensione del grano. Carbonio e dimensione del grano. Correlazione tra prove di temprabilità e caratteristiche d'indurimento dei pezzi.	2	
TT.4.6	Esempi d'impiego dei concetti di temprabilità. Valutazione della velocità di raffreddamento. Valutazione delle caratteristiche di temprabilità. Determinazione del valore Jec e scelta dell'acciaio.	4	

[ segue ]

**ALL. D Programma didattico del modulo teorico di Tecnologo Trattamenti Termici** pg.2/4

TAG	ARGOMENTO	ORE	rif. EWF-628
	<b>Trattamenti termici fondamentali degli acciai</b>		
TT.5.1	Trattamenti convenzionali preliminari. Ricotture. Ricottura di lavorabilità o subcritica. Ricottura completa. Ricotture globulari. Ricottura globulare subcritica. Ricottura di globulizzazione pendolare. Ricottura di distensione. Ricottura di cristallizzazione. Riassessamento. Ricristallizzazione. Ricottura di omogeneizzazione.	2	
TT.5.2	Normalizzazione. Trattamenti convenzionali finali. Tempra diretta. Tempra interrotta o scalare.	1	
TT.5.3	Rinvenimento di distensione. Rinvenimento d'addolcimento.	1	
TT.5.4	Trattamenti isotermici preliminari. Ricottura isotermica globulare. Ricottura isotermica normale. Ricottura bianco e nero. Patentamento. Tempra bainitica.	2	
TT.5.5	Microstrutture tipiche dei trattamenti termici fondamentali.	2	
	<b>Trattamenti termici fondamentali delle leghe non ferrose</b>		
TT.6	(Al e Cu) Ricottura completa. Ricottura di distensione. Tempra di solubilizzazione. Invecchiamento.	4	
	<b>Trattamenti di tempra superficiale</b>		
TT.7.1	Impianti e Metodi di riscaldamento. Tempra ad induzione. Generalità. Considerazioni sulla frequenza. Considerazioni generali sulle bobine. Condizioni di riscaldamento e forma delle bobine. Bobine disposte in serie. Raffreddamento delle bobine.	2,5	3, 5
TT.7.2	Fiammatura. Tempra Laser.	1	
TT.7.3	Acciai da tempra superficiale.	0,5	
	<b>Le atmosfere controllate</b>		1.1
TT.8.1	Il problema. Nomenclatura e definizioni. Alcune considerazioni sulla esplosività e tossicità. Il lavaggio delle camere. Il punto di rugiada. La misura dell'ossigeno residuo nelle atmosfere cementanti.	0,5	1.1
TT.8.2	Classificazione e generazione delle atmosfere. Gli esogas. Gli endogas. I gas tecnici e le loro miscele. Le atmosfere ottenute con cracking d'idrocarburi ossigenati liquidi. Atmosfere con bassissima pressione assoluta (vuoto). Trattamenti successivi alla generazione delle atmosfere.	1	1.1
TT.8.3	Richiami di termodinamica. Le costanti d'equilibrio. Le costanti d'instabilità. Il potenziale di carbonio. Controllo del potenziale di carbonio. Diagrammi d'equilibrio per le atmosfere.	1	1.1
TT.8.4	Curve d'equilibrio per l'ossidazione e riduzione del ferro. Curve d'equilibrio per il controllo della cementazione mediante la misura della CO <sub>2</sub> e del CO. Curve d'equilibrio per il controllo della cementazione mediante la misura del CO e della pressione parziale dell'O <sub>2</sub> . Diagramma d'equilibrio per atmosfere ottenute per diretto gocciolamento nel forno d'alcool metilico arricchito con acetato d'etile. Diagramma d'equilibrio per atmosfere ottenute per diretto gocciolamento nel forno di miscela d'alcool metilico ed acqua.	1,5	1.1

[ segue ]

**ALL. D Programma didattico del modulo teorico di Tecnologo Trattamenti Termici** pg.3/4

TAG	ARGOMENTO	ORE	rif. EWF-628
	<b>Trattamenti termochimici</b>		
TT.9.1	La Carbocementazione: teoria del processo. Potenziale di carbonio. Indice di Gunnarson. Assorbimento e diffusione del carbonio. Assorbimento del carbonio nella cementazione gassosa. Diagrammi d'equilibrio per la cementazione gassosa. Diffusione del carbonio.	2	
TT.9.2	Il processo di carbocementazione gassosa. Cicli di carbocementazione. Temperatura di cementazione. Durata della cementazione. Scelta dell'atmosfera di cementazione. Cementazione con atmosfere ottenute da idrocarburi liquidi. Processi speciali di carbocementazione gassosa.	1	
TT.9.3	Trattamenti successivi alla carbocementazione. Tempra. Il sottoraffreddamento. Rinvenimento di distensione. Trattamenti di finitura.	1	
TT.9.4	Carbocementazione in cassetta. Carbocementazione in bagni di sali fusi. Cementazione con sali a base di cianuro. Cementazione con sali esenti da cianuri. Diffusione del carbonio.	1	
TT.9.5	Caratteristiche microstrutturali degli acciai carbocementati. Microstruttura degli strati carbocementati. Difetti microstrutturali degli strati carbocementati. Ipercementazione. Decarburazione. Ossidazione. Microcricche. Microstruttura del nucleo.	1	
TT.9.6	Carbonitrurazione: Definizioni. Teoria e pratica del processo di carbonitrurazione sopra A3. Atmosfera carbonitrurante. Protezioni antinitrocarburenti e trattamenti di finitura.	2	
TT.9.7	Carbonitrurazione sotto Al gassosa e in bagni di sale. Nitrocarburezione gassosa e in bagni di sale.	2	
TT.9.8	Microstrutture tipiche dei trattamenti termochimici di carbonitrurazione.	1	
TT.9.9	Nitrurazione e altri trattamenti di cementazione. Nitrurazione gassosa convenzionale. Parametri di processo. Composizione chimica dell'acciaio. Trattamenti preliminari. Grado di dissociazione dell'ammoniaca. Temperatura di nitrurazione. Durata del trattamento di nitrurazione. Protezioni antinitruranti.	1	
TT.9.10	Pratica del processo di nitrurazione gassosa. Forni per la nitrurazione gassosa.	1	
TT.9.11	Anomalie della nitrurazione e loro cause. Variazioni dimensionali e deformazioni. Insufficiente profondità o durezza. Colorazione dei pezzi. Scheggiature. Eccessiva coltre bianca. Eccessiva variazione del grado di dissociazione.	1	
TT.9.12	Nitrurazione gassosa a potenziale d'azoto controllato.	0,5	
TT.9.13	Nitrurazione in bagni di sali. Composizione del bagno. Temperatura del bagno. Durata del trattamento. forni per la nitrurazione salina.	1	
TT.9.14	Microstrutture tipiche dei trattamenti termochimici di nitrurazione.	0,5	
	<b>Deformazioni e variazioni dimensionali</b>		
TT.10	Tipi di deformazioni. Calcolo della variazione di volume. Trattamenti termici e variazioni di volume. Ricottura. Tempra. Drasticità di tempra. Rinvenimento. Possibilità di previsioni pratiche. Variazioni di forma.	4	
	<b>Impiantistica e mezzi di controllo del processo</b>		6.01 - 7.01
TT.11.1	Lay-out di una sala di trattamento termico e gestione della produzione	3	3, 5, 7
TT.11.2	Forni continui, Forni a camera, Forni a pozzo e Forni sotto vuoto	4	
TT.11.3	Impianti di tempra superficiale	3	
TT.11.4	Impianti di spegnimento e impianti accessori (lavaggio, sabbiatura, ecc.)	2	
TT.11.5	Attrezzature per trattamento termico (cesti, pianali, griglie, ecc.)	2	
TT.11.6	Apparecchiature di controllo della temperatura, tempo e mezzo cementante solido, liquido e gassoso. Pirometri, termocoppie e registratori. Analizzatori IR. Misuratori del punto di rugiada. Sonda ad ossigeno. Misuratori della conducibilità termica. Misuratori della resistenza elettrica. Gascromatografi	2	3, 5, 7

[ segue ]

**ALL. D Programma didattico del modulo teorico di Tecnologo Trattamenti Termici** pg.4/4

TAG	ARGOMENTO	ORE	rif. EWF-628
	<b>Controllo del prodotto</b>		6.01 - 7.01
TT.12.1	Preparazione e selezione provette e pezzi. Prove di durezza: teoria e pratica. Durometri e prova alla lima.	1	
TT.12.2	Esami micrografici: teoria e pratica. Microscopio metallografico e microdurometro. Misura della profondità dello strato cementato, metodo micrografico, chimico e meccanico. Esami macrografici. Misura di strati induriti.	1	
TT.12.3	Analisi chimica. Quantometro. Metodi non distruttivi. Magnetoscopia e liquidi penetranti.	1	
TT.12.4	Applicazione della normativa di sicurezza nelle sale di TT. (rischio chimico, elettrico, meccanico e termico)	1	
	<b>Visite propedeutiche</b>		
TT.13.1	Visite presso laboratori e ditte di trattamenti termici in cui si svolgono i trattamenti termici trattati nelle lezioni teoriche, Laboratorio metallografia AQM per mostrare micro e macrostrutture dei prodotti trattati, Visita a sala tempra a induzione, Vista a una sala tempra per tecniche di tempra in vasca a cielo aperto, Visita a sala trattamenti termochimici		

**Totale ore corso: 84 (da 60 minuti).**

## ALL. E Contenuto del modulo teorico-pratico integrativo per la qualifica professionale “Comprehensive Level”

(Corrispondente alla parte teorica prevista dal corso per operatore Standard secondo la Linea Guida EWF-628)

rif. EWF-628	ARGOMENTO	ORE
2	<b>Influenza dei trattamenti termici sulle caratteristiche dei giunti saldati</b>	3
	Trattamenti termici di giunti saldati. Preriscaldamento. Mantenimento temperatura di interpass. Trattamenti termici di distensione. Tensioni residue di saldatura. Attrezzature per l'esecuzione di trattamenti termici in campo. Forni mobili. Resistenze. Induttori. Attrezzature ausiliarie.	
4	<b>Selezione di problemi di elettrotecnica</b>	4
	Circuiti in serie. Circuiti in parallelo. Circuiti in serie/parallelo Elettromagnetismo. Cicli di isteresi. Induzione elettromagnetica. Induttanza Proprietà elettriche dei metalli e delle leghe metalliche	
8	<b>Esecuzione di trattamenti termici in accordo alla norma EN ISO 17633 e linee guida per l'esecuzione di verifiche ispettive durante e dopo l'esecuzione del processo</b>	4
	Trattamenti in camere mobili. Trattamenti localizzati. Scelta del corretto profilo di temperatura. Controllo delle registrazioni. Preparazione di istruzioni tecniche.	
10	<b>Manutenzione di sistemi a resistenza e ad induzione (uso delle attrezzature)</b>	3
	Ispezione visiva dello stato tecnico dei riscaldatori e conduttori, accensione dei riscaldatori, collocamento di riscaldatori in relazione al componente da riscaldare.	
11	<b>Esecuzione trattamenti termici di giunzioni saldate – Giunzioni saldate a geometria semplice</b>	12
	Connessione delle termocoppie	
	Predisposizione dell'isolamento termico	
	Controllo degli effetti delle operazioni di trattamento termico	
	Decisione del tipo di trattamento da adottare in funzione del tipo di geometria del giunto	
	Settaggio dei parametri operativi	
	Trattamento del giunto saldato	
Verifica comparativa della corretta esecuzione del trattamento termico con riferimento alle prescrizioni indicate nelle specifiche operative		
11	<b>Esecuzione trattamenti termici di giunzioni saldate – Giunzioni saldate a geometria particolare</b> (applicabile solo per la qualifica alla figura professionale di Comprehensive Level)	4
	<b>Totale ore integrative</b>	<b>30</b>
	di cui di pratica	16