

Programma di insegnamento scuola professionale: installatrice solare AFC / installatore solare AFC

Anno di apprendistato / trimestre	N.	Tema di apprendimento	CCO	CO	Numero di lezioni
2° anno / 1° trimestre	5	Valutazione basi	CCO b	b.5	20*
2° anno / 1° trimestre	6	Impianti solari su tetti piani	CCO c	c.1, c.4	20*
2° anno / 2° e 3° trimestre	7	Sistemi solari su tetti a falde	CCO c	c.2, c.4	40*
2° anno / 2° e 3° trimestre	8	Preparazione del lavoro	CCO b	b.1, b.2, b.3, b.4	40*
2° anno / 4° trimestre	9	Impianti solari speciali	CCO c	c.3, c.4	30*
2° anno / 4° trimestre	10	Cablaggio DC	CCO c	c.4	10*

*incl. AIA (apprendimento individuale assistito)

Anno di apprendistato / trimestre	N.	Tema di apprendimento	CCO	CO	Numero di lezioni
3° anno / 1° trimestre	11	Impianti a corrente continua (DC)	CCO c	c.4, c.5	34*
3° anno / 1° trimestre	12	Cablaggio AC e DC	CCO c	c.4	28*
3° anno / 2° e 3° trimestre	13	Controllo visivo	CCO d	d.1	8*
3° anno / 2° e 3° trimestre	14	Messa in funzione inverter	CCO c	c.4, c.6	38*
3° anno / 4° trimestre	15	Disturbi durante la messa in funzione	CCO d	d.2, d.3	24*
3° anno / 4° trimestre	16	Smontaggio di impianti solari	CCO d	d.3	8*
3° anno / 4° trimestre	17	Approfondimento AC e DC, autoconsumo	CCO c	c.4, c.5	24*
3° anno / 4° trimestre	18	Manutenzione di impianti solari	CCO d	d.1, d.2	20*
3° anno / 4° trimestre	18	Progetto	CCO c	c.1 - c.6	64*
3° anno / 4° trimestre	18	Impostazioni e misurazioni	CCO c	c.6	32*

*incl. AIA (apprendimento individuale assistito)

Tema di apprendimento 5: Valutazione basi		
2° anno 1° trimestre	<p>Campo di competenze operative: b Pianificazione e preparazione del montaggio e dell'installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: b3 pianificare e coordinare il lavoro di installazione degli impianti solari con quello di altre professioni b5 valutare la base e dare il via libera per il montaggio e l'installazione degli impianti solari</p>	Numero di lezioni: 20 di cui 3 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Un impianto solare deve essere installato sul tetto piano di una casa unifamiliare nella regione dell'Altipiano svizzero (costruita nel 1978). Per garantirne la longevità, ma anche per escludere rischi di sicurezza e questioni di responsabilità, prima del montaggio degli impianti solari è necessario rilevare la struttura e le condizioni del tetto. Inoltre, si dovranno anche valutare i carichi causati dal vento e dalla neve nonché dagli stessi impianti solari.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Determinare i diversi strati dei tetti a falde, dei tetti piani e delle facciate, e valutare le correlazioni e i passaggi per il montaggio di impianti solari (C6) (b.3.1-b.3.3). - Analizzare l'idoneità di varie basi e strutture portanti sul tetto a falde, il tetto piano e la facciata per il montaggio di un impianto solare (C4) (b.5.1, b.5.2). - Menzionare le diverse forze che agiscono su un impianto solare, stimarne le conseguenze per varie posizioni e mettere a punto semplici calcoli (c4) (b.5.3).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	05.00 Introduzione	<u>1</u>
<p>b.3.1 Determinare i singoli strati dell'involucro edilizio e illustrarne la funzione (C4)</p> <p>b.3.2 Valutare le correlazioni e i passaggi (C6)</p> <p>b.3.3 Riconoscere problemi in ambito di correlazioni e passaggi e descrivere le misure da prendere per risolverli (C4)</p>	<p>05.01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struttura del tetto a falde: struttura portante, sottofondi di posa, barriere vapore, isolamento termico, sottotetto, piano di retroventilazione, copertura • Valutare le varie strutture del tetto a falde per il montaggio di impianti solari: struttura del tetto con o senza isolamento (correlazioni, passaggi), problemi (tetto con isolamento insufficiente, materiale di copertura esistente giunto a fine vita utile) e misure (risanamento del tetto, sostituzione del materiale di copertura esistente) • Struttura del tetto piano: struttura portante, sottofondo di posa, barriere vapore, isolamento termico, impermeabilizzazione, strato di finitura e di protezione • Valutare varie strutture di tetti piani per il montaggio di impianti solari: tetto caldo, tetto invertito o tetto retroventilato (correlazioni, passaggi), problemi (tetto con isolamento insufficiente, impermeabilizzazione esistente giunta a fine vita utile, calcolo statico non consente l'installazione dell'impianto solare) e misure (risanamento del tetto, sostituzione dell'impermeabilizzazione esistente) • Struttura e requisiti per facciate: struttura portante, sottofondo di posa, barriere vapore, isolamento termico, carta paravento, retroventilazione nonché struttura portante e rivestimento • Valutare diverse strutture di facciata per il montaggio di impianti solari: facciata compatta o ventilata (correlazioni, passaggi), problemi (struttura della facciata con isolamento insufficiente, 	<u>6</u>

	<p>rivestimento giunto a fine vita utile, protezione antincendio inadeguata) e misure (risanamento della facciata, sostituzione del rivestimento esistente, misure antincendio)</p>	
<p>b 5.1 Controllare le strutture portanti, le basi ovvero le basi di fissaggio in merito alle esigenze da soddisfare e alla durata utile (C4)</p> <p>b 5.2 Riconoscere difetti evidenti e descrivere le conseguenze degli stessi (C4)</p>	<p>05.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione dell'idoneità di varie basi per il montaggio di un impianto solare: <ul style="list-style-type: none"> - Impianto su tetto: valutazione di diversi materiali di copertura (tegole in terracotta, tegole in cemento, ardesia per tetti, lastre ondulate Eternit) in base ai requisiti della norma SIA 232/1 e in merito alla durata utile - Impianto integrato: valutazione di diversi sottotetti (pellicole per sottotetto, lastre in fibrolegno e in fibrocemento) secondo i requisiti della norma SIA 232/1) e in merito alla durata utile - Tetto piano: valutazione dei diversi materiali per l'impermeabilizzazione (EPDM, teli sintetici o impermeabilizzazioni bituminose) e degli strati di finitura e di protezione (inverdimenti estensivi o intensivi o tetti piani calpestabili) in base ai requisiti della norma SIA 271 e in merito alla durata utile - Impianto per facciate: valutazione di diverse strutture, come facciate compatte o ventilate, in base ai requisiti della norma SIA 232/2 e in merito alla durata utile (comprendendo anche teli per facciate e carte paravento) • Preparazione del posto di lavoro o del deposito su parti esistenti dell'involucro edilizio (proteggere gli strati di impermeabilizzazione sul tetto piano e i materiali di copertura sul tetto a falde) 	<u>6</u>
<p>b 5.3 Descrivere e riconoscere le forze agenti (C4)</p>	<p>05.03</p>	<u>4</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Effetti dei carichi da neve sul tetto secondo la norma SIA 261 Azioni sulle strutture portanti e le direttive sui dispositivi fermaneve <ul style="list-style-type: none"> - Requisiti della sottostruttura a seconda dell'ubicazione dell'impianto (valle o montagna) - Valutare l'impatto sul tetto in caso di lo scivolamento della neve su un lato del tetto • Conoscere gli effetti delle forze del vento (risucchio e pressione) sul tetto e sulle facciate secondo la norma SIA 261 Azioni sulle strutture portanti <ul style="list-style-type: none"> - Semplici calcoli utilizzando la mappa dei venti - Requisiti della sottostruttura sul tetto a falde - Requisiti e zavorramento sul tetto piano e semplici calcoli - Requisiti della sottostruttura sulle facciate 	
AIA		<u>3</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Montaggio solare, Involucro Edilizio Svizzera, pagg. 21-27 - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher, pag. 287 - Estratti dalle norme SIA 232, 261, 271 - Direttive sui dispositivi fermaneve, Involucro Edilizio Svizzera 	-

Tema di apprendimento 6: Impianti solari su tetti piani		
2° anno 1° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c1 Montare impianti solari su tetti piani</p>	Numero di lezioni: 20 di cui 3 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Situazione 1: Un impianto solare deve essere installato sull'ampliamento di una casa unifamiliare esistente. La casa si trova in zona montana ed è stata costruita nel 1945. L'annesso è stato realizzato con un tetto piano nel 2010. Il tetto misura 60 m² ed è montato sul lato ovest dell'edificio esistente. È coperto di ghiaia. Il tetto è già stato ispezionato e quindi si può iniziare a montare l'impianto.</p> <p>Situazione 2: In un complesso residenziale di nuova costruzione, con cinque case unifamiliari, è previsto il montaggio di un impianto solare sui tetti piani, questo deve essere bifacciale e in verticale per poter sfruttare al meglio l'elettricità invernale. Le case sono previste come edifici a 2 piani. Le superfici di copertura misurano ciascuna 180 m² e sono esposte a sud. I tetti piani devono essere dotati di un substrato e di un inverdimento.</p>

Obbiettivi di apprendimento

- Descrivere diversi tipi di pannello, sistemi di montaggio, zavorramenti e componenti di sistema per tetti piani e metterne a confronto l'idoneità (C5) (c.1.1, c.1.2, c.1.6).
- Valutare l'orientamento e disegnate le disposizioni dei pannelli su tetti piani (C6) (c.1.5).
- Calcolare semplici pesi di zavorramento con diversi materiali e valutare la realizzazione in conformità alle norme applicabili (C6) (c.1.3).
- Descrivere la problematica legata ai tetti piani con inverdimento contestualmente agli impianti solari (C2) (c.1.2, c.1.6).
- Stabilire quale sistema di sicurezza ("protezione anticaduta" o "parapetto permanente/protezione laterale") viene utilizzato (C5) (c.1.6).
- Definire, in conformità alle norme applicabili, il corretto elemento passante per il cablaggio e abbozzarlo correttamente (C5) (c.1.3, c.4.4).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	06.00 Introduzione	<u>1</u>
c.1.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di vari sistemi di montaggio e pannelli su tetti piani (C2) c.1.2 Confrontare l'idoneità dei diversi impianti solari per tetti piani per vari tipi di base (C4) c.1.5 Valutare la disposizione dei pannelli solari sui tetti piani (C6) c.1.6 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema su tetti piani (C4)	06.01 Situazione 1: Orientamento a est-ovest <ul style="list-style-type: none"> • Struttura e principio di funzionamento delle celle solari: celle al silicio (mono/policristalline), celle a film sottile • Pannelli solari: struttura/fabbricazione, vetro solare, connessioni, forme (vetro stratificato con o senza cornice), formati, vantaggi/svantaggi • Elementi di un impianto solare sul tetto: scatola di connessione del generatore, protezione contro le sovratensioni, inverter per pannello (componenti di sistema) • Impianti solari con orientamento a est-ovest: disposizione, orientamento e inclinazione di impianti solari su supporto, impianti paralleli al bordo del tetto 	<u>7</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi di fissaggio/montaggio sul tetto piano, orientamento est-ovest: valutare componenti e materiali dei sistemi di montaggio con fondamenta per carichi pesanti, come lastre portanti con sistema a binario in alluminio, sistema a vasche o profilati in lamiera, specifiche e procedura per il montaggio di binari, connettori per binari, dilatazione, controventature/elementi irrigidenti secondo le specifiche del produttore. • Montaggio dei pannelli: conoscenza degli attrezzi e delle istruzioni richiesti, delle aree per le graffe, della coppia delle graffe, delle distanze prescritte secondo le indicazioni del produttore <p>Situazione 2: Orientamento a sud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impianti solari con orientamento a sud: disposizione, orientamento e inclinazione di impianti solari su supporto con inverdimento tetto • Impianto fotovoltaico su tetti verdi: discutere i problemi legati alla crescita del verde e all'ombreggiamento dei pannelli, a importanti aspetti per la messa in opera, come la distanza minima dalla superficie del substrato o le strisce di ghiaia sul lato più in basso del pannello e le passerelle di manutenzione tra i pannelli. • Sistemi di montaggio sul tetto piano esposto a sud: componenti e materiali dei sistemi di montaggio con sistemi aerodinamici, imbullonati, (contec.fix) e montati come bifacciali in verticale. Valutare le specifiche e la procedura per il montaggio di binari, connettori per binari, dilatazione, controventature/elementi irrigidenti secondo le specifiche del produttore. • Realizzare una ritenzione dell'acqua piovana su tetti piani con impianto fotovoltaico. Conoscere le possibilità di scarico dell'acqua con elemento a farfalla, tappeti di accumulo o bacini di ritenzione esterni al tetto. 	
--	--	--

<p>c.1.3 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)</p>	<p>06.02 Sulla base delle situazioni 1 e 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutare i requisiti della base in conformità alla norma SIA 2062. • Zavorramento con lastre in calcestruzzo o ghiaia (approfondimento del tema di apprendimento 5 Basi): Calcolare e verificare la quantità di zavorramento corretta. • Fissaggio per oggetti particolarmente alti o esposti al vento 	<p><u>3</u></p>
<p>c.1.4 Descrivere i sistemi di protezione anticaduta permanente in relazione ai sistemi di montaggio (C2)</p>	<p>06.03 Lavorare sulla scheda informativa della Suva "Energia sicura dal tetto" sulla base delle situazioni 1 e 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specifiche e norme per la protezione anticaduta su tetti con un'inclinazione fino a 10° • Utilizzo di sistemi a fune • Distanze dalla corda guida • Distanze dai bordi di caduta • Altezza massima senza protezione anticaduta • Raccomandazioni per le passerelle di manutenzione • Vantaggi e svantaggi dei due sistemi di sicurezza "protezione anticaduta" e "parapetto permanente/protezione laterale" 	<p><u>4</u></p>
<p>c.4.4 Determinare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)</p>	<p>06.04 In base alle situazioni 1 e 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinare gli elementi passanti di cavi secondo la norma SIA 271 attraverso i diversi strati del tetto per gli impianti solari su tetto piano: strati di impermeabilizzazione (bituminosi e con pellicole in sintetico), isolamento termico (PUR, EPS, lana di roccia) e barriere vapore (bituminoso e con pellicole in sintetico) 	<p><u>3</u></p>
<p>AIA</p>		<p><u>3</u></p>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Montaggio solare, Involucro edilizio Svizzera - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Norme SIA 2062 e 271 - Scheda informativa Suva "Energia sicura dal tetto" 	Documentazione di un impianto per tetto piano realizzato in azienda compresa la struttura a strati esistente.

Tema di apprendimento 7: Sistemi solari su tetti a falde		
2° anno 2° e 3° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c.2. Montare impianti solari su tetti inclinati c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi</p>	Numero di lezioni: 40 di cui 4 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Situazione 1: Il proprietario di una casa unifamiliare ha acquistato un'auto elettrica e vorrebbe caricarla in futuro con l'aiuto del proprio impianto solare. È quindi previsto un impianto sul tetto a falde esistente. Si tratta di un tetto a falde coperto con tegole di terracotta sul lato sud di un edificio residenziale nella regione dell'Altipiano svizzero. Per l'intera superficie del tetto è previsto un impianto con sistema a binari a due strati.</p> <p>Situazione 2: Nel villaggio vicino si sta costruendo una nuova casa unifamiliare. Al posto della classica copertura del tetto, è previsto un impianto solare integrato. Il tetto è orientato in direzione est-ovest e copre 160 m². È previsto un impianto solare con pannelli standard non incorniciati e l'elemento passante per il tubo di esalazione esistente sarà integrato con pannelli ciechi.</p>

Obbiettivi di apprendimento

- Descrivere i diversi tipi di sottostrutture, sistemi di fissaggio, pannelli e componenti di sistema (con o senza cornice, tegole solari) per impianti su tetto e integrati, i loro vantaggi e svantaggi come anche il montaggio (C2) (c.2.1, c.2.4).
- Valutare diversi tipi di sottostruttura, sistemi di fissaggio e tipi di pannello per diverse situazioni di copertura, tenendo conto delle specifiche/norme (C6) (c.2.2, c.2.4).
- Valutare e disegnare la disposizione di impianti su tetto e integrati (C6) (c.2.6, c.2.7, c.2.8).
- Descrivere, per impianti su tetto e integrati, varie opzioni di raccordo di diversi materiali per gli elementi passanti per il cablaggio e abbozzarle correttamente (C3) (c.4.4).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	07.00 Introduzione	1
c.2.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di varie sottostrutture e pannelli su tetti inclinati (C2) c.2.2 Confrontare l'idoneità dei vari impianti solari per tetti inclinati per vari tipi di base (C4) c.2.4 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)	07.01 Situazione 1 (impianti su tetto): <ul style="list-style-type: none"> • Tipi di sottostruttura: Struttura portante senza binari o a binario corto, sistema di binari a uno o due strati • Fissaggio dei pannelli al sistema di montaggio: avvitati, bloccati o inseriti • Vari materiali di copertura e applicazione per sistemi di montaggio adeguati: Tegole in terracotta e cemento, lastre in fibrocemento, lastre ondulate in fibrocemento, lamiera ad aggraffatura e trapezoidale o pannelli sandwich • Determinare la tecnica di fissaggio per il materiale di copertura esistente: ganci da tetto, bulloni di fissaggio, graffe, rivetti o adesivo 	13

	<p>Situazione 2 (impianti integrati):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento del piano di retroventilazione tra sottotetto e impianto FV come anche degli orifici di evacuazione e introduzione dell'aria secondo la norma SIA 232/1 • Sistemi di montaggio per pannelli standard incorniciati • Sistemi di montaggio per pannelli standard senza cornice • Tegole solari e sistemi speciali come scandole fotovoltaiche o pannelli adattati al formato delle tegole 	
<p>c.2.6 Valutare la disposizione dei pannelli integrati sul tetto (C6)</p> <p>c.2.7 Valutare la disposizione dei pannelli sovrapposti o annessi su tetti inclinati (C6)</p> <p>c.2.8 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema su tetti inclinati (C4)</p>	<p>07.02</p> <p>Situazione 1 (impianti su tetto):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposizione della sottostruttura e dei pannelli fotovoltaici nelle zone d'ombra del tetto • Pianificazione dei passaggi: sotto, a lato e sopra impianti solari (incl. abbozzo) • Pianificazione e realizzazione di un paraneve in conformità alla norma SIA 261 e alla scheda informativa sui dispositivi fermaneve • Pianificazione e realizzazione di protezione anticaduta secondo quanto previsto dall'OLCostr <p>Lavorare su vari casi di studio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caso 1: tetto a falde di casa unifamiliare, orientato a sud, località Altopiano svizzero, inclinazione del tetto 30°, materiale di copertura tegole di terracotta, età del tetto 5 anni • Caso 2: tetto a falde di fienile, orientamento est-ovest, località Oberland Bernese, inclinazione del tetto 20°, materiale di copertura lastre ondulate in fibrocemento, età del tetto 15 anni 	<p>16</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Caso 3: tetto a falde di edificio industriale, orientamento a sud-est, località Glarona (zona con favonio, föhn), inclinazione del tetto 25°, materiale di copertura lamiera trapezoidale, età del tetto 10 anni <p>Situazione 2 (impianti integrati):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione dell'inclinazione minima del tetto per i pannelli fotovoltaici in base alle specifiche dei produttori dei pannelli incorniciati e non. • Dimensionamento del piano di retroventilazione tra sottotetto e impianto FV come anche degli orifizi di evacuazione e introduzione dell'aria secondo la norma SIA 232/1 • Soluzioni per i raccordi ad elementi passanti o strutture: tubi di esalazione, camini, abbaini e sistemi di ventilazione • Utilizzo di pannelli ciechi per le zone d'ombra sul tetto • Pianificazione e realizzazione di un paraneve in conformità alla norma SIA 261 e alla scheda informativa sui dispositivi fermaneve • Pianificazione e realizzazione di protezione anticaduta secondo quanto previsto dall'OLCostr <p>Lavorare su vari casi di studio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caso 1: nuovo tetto a falde di casa unifamiliare, orientato a sud, località Altopiano svizzero, inclinazione del tetto 10°, sottotetto lastra in fibrolegno con pellicola sottotetto • Caso 2: nuovo tetto a falde di fienile, orientamento est-ovest, località Oberland Bernese, inclinazione del tetto 25°, sottotetto assito con pellicola 	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Caso 3: nuovo tetto a falde di edificio industriale, orientamento sud-est, località Glarona (zona con favonio, föhn), inclinazione del tetto di 18°, sottotetto lastre in fibrocemento 	
c.4.4 Determinare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)	<p>07.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Situazione 1: Determinare gli elementi passanti di cavi secondo la norma SIA 232/1 attraverso diversi materiali di copertura in impianti su tetto: tegola in terracotta e cemento, lastre in fibrocemento, lastre ondulate in fibrocemento, lamiera ad aggraffatura e trapezoidale o pannelli sandwich • Situazione 2: Determinare gli elementi passanti di cavi secondo la norma SIA 232/1 attraverso diversi strati del tetto in impianti integrati: sottotetti (pellicole e lastre), isolamento termico (isolamento su tetto e tra correntini) e le barriere vapore 	<u>6</u>
AIA		4

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher, pagg. 290-303 - Montaggio solare, Involucro edilizio Svizzera - Scheda informativa "Protezione anticaduta su tetti inclinati", Involucro Edilizio Svizzera - Estratti dalla norma SIA 232 e dall'OLCostr - Scheda informativa sui dispositivi fermaneve 	Documentazione di un impianto su tetto e/o integrato realizzato in azienda.

Tema di apprendimento 8: Preparazione del lavoro		
2° anno 2° e 3° trimestre	Campo di competenze operative: b Pianificazione e preparazione del montaggio e dell'installazione di impianti solari Competenze operative: b1 Verificare la documentazione relativa al montaggio e all'installazione degli impianti solari e pianificare il lavoro b.2 Controllare e fornire i materiali e le attrezzature per il montaggio e l'installazione degli impianti solari b.3 Pianificare e coordinare il lavoro di installazione degli impianti solari con quello di altre professioni b.4 Allestire la postazione di lavoro per il montaggio e l'installazione degli impianti solari	Numero di lezioni: 40 di cui 5 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Situazione 1: Un impianto solare deve essere installato sull'annesso di una casa unifamiliare esistente. La casa si trova in zona montana ed è stata costruita nel 1945. L'annesso è stato realizzato con un tetto piano nel 2010. Il tetto misura 60 m² ed è montato sul lato ovest dell'edificio esistente. È coperto di ghiaia. A questo punto si tratta di pianificare il lavoro in base allo schema del tetto, al piano delle stringhe e allo schema di principio.</p> <p>Situazione 2: Il proprietario di una casa unifamiliare ha acquistato un'auto elettrica e vorrebbe caricarla in futuro con l'aiuto del proprio impianto solare. È quindi previsto un impianto sul tetto a falde esistente. Si tratta di un tetto a falde coperto con tegole di terracotta sul lato sud di un edificio residenziale nella regione dell'Altipiano svizzero. Per l'intera superficie del tetto è previsto un impianto con sistema a binari a due strati. I materiali e le attrezzature vengono controllati e forniti sulla base della relativa documentazione sulla commessa.</p>

Situazione 3: Nel villaggio vicino si sta costruendo una nuova casa unifamiliare. Al posto della classica copertura del tetto, è previsto un impianto solare integrato. Il tetto è orientato in direzione est-ovest e copre 160 m². È previsto un impianto solare con pannelli standard non incorniciati e l'elemento passante per il tubo di esalazione esistente sarà integrato con pannelli ciechi. Trattandosi di un nuovo edificio, le strutture di cantiere sono già allestite e dovranno essere controllate e integrate in riferimento al montaggio e l'installazione dell'impianto solare.

Obbiettivi di apprendimento

- Saper leggere le informazioni essenziali dallo layout del tetto, dal piano delle stringhe e dallo schema di principio pianificando poi il lavoro di conseguenza (C3) (b.1.1, b.1.2, b.4.7)
- Interpretare i riferimenti giuridici, le norme, le direttive e le istruzioni per la pianificazione e descrivere le possibili misure/modifiche da adottare (C5) (b.1.3, b.1.4)
- Conoscere le norme in materia di protezione anticaduta e applicarle correttamente quando si ripartiscono i pannelli sul tetto (C3) (b.3.4).
- Valutare la superficie del tetto disponibile e saper dimensionare correttamente la superficie del pannello richiesta (C6) (b.4.6, b.4.7).
- Controllare e compilare le liste dei materiali e delle attrezzature richieste per il montaggio e l'installazione degli impianti solari (C4) (b.2.1-b.2.3)
- Valutare i cantieri e le postazioni di lavoro in merito alla sicurezza sul lavoro, la protezione della salute e la protezione dell'ambiente (C6) (b.4.1-b.4.5).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	08.00 Introduzione	<u>1</u>
b.1.1 Interpretare la documentazione relativa alla commessa, i piani di posa, i piani delle stringhe e gli schemi (C4)	08.01	<u>12</u>

<p>b.1.2 Descrivere la procedura di montaggio e installazione e provvedere alla pianificazione dei lavori (C3)</p> <p>b.1.3 Interpretare i riferimenti giuridici, le norme, le direttive e le istruzioni (C4)</p> <p>b.1.4 Interpretare le norme e le linee guida dell'antincendio per la preparazione e la pianificazione (C4)</p> <p>b.3.4 Valutare gli effetti della protezione anticaduta permanente sulla disposizione dei pannelli (C6)</p> <p>b.4.6 Abbozzare e calcolare superfici e dettagli (C3)</p> <p>b.4.7 Mettere a punto semplici rappresentazioni schematiche di impianti solari (C3)</p>	<p>Situazione 1: elaborare principi sulla base di un impianto solare su tetto piano (approfondimento/trasferimento con casi di studio su tetto a falde):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretazione e lettura della documentazione: <ul style="list-style-type: none"> - schema del tetto, piano delle stringhe e schema di principio - semplici calcoli della tensione, corrente e potenza nelle stringhe - piano zavorre - piano dei ganci da tetto - concetto di sicurezza / piano delle protezioni anticaduta • Mettere a punto / integrare rappresentazioni schematiche <ul style="list-style-type: none"> - Schema del tetto abbozzato a mano (abbozzare e calcolare le superfici; disegnare i dettagli, calcolare le sezioni trasversali, conversioni in scala) - Procedura per il dimensionamento degli impianti solari - Aggiunta di un cablaggio di stringa - Controllo e integrazione degli schemi di principio - Abbozzo di modifiche • Mettere a punto sequenza di montaggio e installazione specifica all'immobile <ul style="list-style-type: none"> - Creare un processo di lavoro che tenga conto delle altre maestranze (secondo il modello di pianificazione del lavoro della PQ) • Tenere conto di norme, direttive e istruzioni: <ul style="list-style-type: none"> - carichi da vento e neve secondo la norma SIA - piani di statica - istruzioni di posa esemplari per vari materiali di installazione e specifiche del produttore (obiettivo: trovare informazioni rilevanti) 	
---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Ordinanza sugli impianti a bassa tensione OIBT - Norma sugli impianti a bassa tensione NIBT • Interpretazione delle norme antincendio per: <ul style="list-style-type: none"> - valutare il sottofondo di montaggio in merito al carico d'incendio - tenere conto delle distanze dai materiali combustibili • Realizzazione di protezione anticaduta <ul style="list-style-type: none"> - Istruzioni per l'installazione e il montaggio di sistemi (a titolo di esempio) - Effetti della protezione anticaduta sul piano dei pannelli - Interpretazione e corretta implementazione del concetto di sicurezza prescritto <p>Lavorare su vari casi di studio per impianti per tetti piani nonché impianti su tetto e integrati (cfr. temi di apprendimento Tetto piano e Tetto a falde)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pianificare il lavoro (secondo il modello della PQ) • Valutazione di norme, protezioni anticaduta - Suggestire / delineare modifiche • Dimensionare gli impianti solari 	
<p>b.2.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento dei materiali e delle apparecchiature per i lavori e paragonare i vari impieghi (C4)</p> <p>b.2.2 Eseguire semplici misurazioni e riconoscere possibili rischi (C4)</p> <p>b.2.3 Spiegare i principi inerenti allo stoccaggio e la protezione di attrezzi e materiali (C2)</p>	<p>08.02</p> <p>Situazione 2: elaborare principi sulla base di liste dei materiali (secondo il modello della PQ) e liste degli attrezzi per l'impianto solare su tetto a falde (su tetto) (approfondimento/trasferimento con casi di studio su tetto piano / integrato):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caratteristiche del materiale <ul style="list-style-type: none"> - Corrosione elettrochimica - Resistenza ai raggi UV, al freddo e all'umidità • Apparecchiature di lavoro, attrezzi manuali e ausili 	<p>11</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionamento del campo di pannelli e della sottostruttura - Sicurezza personale sul lavoro • Protezione: <ul style="list-style-type: none"> - da umidità, bagnato e radiazione solare - da danni - antifurto • Rischi <ul style="list-style-type: none"> - Rischi dovuti all'elettricità - Riconoscere le conseguenze di azioni - Applicazione delle 5+5 regole per la sicurezza - Voltmetro secondo EN 61243-3 - Misurazione della corrente per le stringhe - Valutazione del risultato di misurazione atteso - Misurazione della polarità e della tensione a circuito aperto <p>Lavorare su vari casi di studio per tetti piani e tetti a falde (cfr. temi di apprendimento Tetto piano e Tetto a falde):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controllare o redigere lista dei materiali (secondo il modello di lista dei materiali della PQ) • Controllare o redigere una lista degli attrezzi e delle macchine richiesti 	
<p>b.4.1 Pianificare l'allestimento della postazione di lavoro e il deposito materiale per il lavoro da svolgere (C3)</p> <p>b.4.2 Interpretare le norme e le direttive per la protezione ambientale (C4)</p> <p>b.4.3 Descrivere le misure per evitare e ridurre i rifiuti (C2)</p> <p>b.4.4 Classificare i materiali di scarto e valutare i prodotti</p>	<p>08.03</p> <p>Situazione 3: sulla base della struttura di cantiere, elaborare (in modo approfondito) principi per lo stoccaggio, la protezione dell'ambiente e della salute nonché la sicurezza sul lavoro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deposito per il materiale <ul style="list-style-type: none"> - Definire il deposito in accordo con la direzione dei lavori - Scelta opportuna del posto in modo da facilitare il lavoro 	<p>11</p>

<p>riciclabili in base al loro riutilizzo (C6)</p> <p>b.4.5 Valutare la postazione di lavoro e il deposito materiali per i lavori di montaggio e installazione di impianti solari in riferimento alla sicurezza sul lavoro e alla protezione della salute, e dedurne all'occorrenza le dovute misure (C6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretare correttamente il piano del deposito e valutare se la sua attuazione è possibile • Protezione dell'ambiente <ul style="list-style-type: none"> - Protezione dei corsi d'acqua e protezione acustica - Effetto abbagliante • Prevenzione dei rifiuti <ul style="list-style-type: none"> - Lavoro a risparmio di risorse • Sicurezza sul lavoro (approfondimento degli aspetti trattati nel 1° anno) <ul style="list-style-type: none"> - Valutare la protezione anticaduta in relazione all'impianto solare - Riconoscere gli impianti difettosi e avviare le misure necessarie <p>Lavorare su vari casi di studio per tetti piani e tetti a falde (cfr. temi di apprendimento Montaggio tetto piano, Tetto a falde):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione dell'allestimento del cantiere • Valutazione della sicurezza sul lavoro, della protezione della salute e della protezione ambientale 	
AIA		5

Forme di lavoro speciali	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Pubblicazione SUVA "Impianti solari: montaggio e manutenzione in sicurezza" - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo 	-

	<ul style="list-style-type: none">- Testo specialistico sul fotovoltaico, Accademia dell'energia del Toggenburgo- Impianti fotovoltaici, Christof Bucher- Testo di base di Involucro Edilizio Svizzera	
--	--	--

Tema di apprendimento 9: Impianti solari speciali		
2° anno 4° trimestre	Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari Competenze operative: c3 Montare impianti solari sulle facciate, annessi agli edifici e a posa libera	Numero di lezioni: 30 di cui 3 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Situazione 1: Per un edificio di nuova costruzione, l'architetto progetta un impianto per facciata integrato. Si tratta di un edificio residenziale di 2 piani in un'area urbana. L'impianto sarà installato sul lato sud-ovest della facciata e sui parapetti dei balconi nella parte superiore dell'edificio.</p> <p>Situazione 2: Un agricoltore specializzato nella coltivazione di ortaggi e bacche vorrebbe far installare un impianto solare. Poiché l'attuale tetto a falde dell'edificio residenziale, a causa dell'errato orientamento del tetto e di molte installazioni esistenti, non è adatto al montaggio di un impianto solare, è previsto un montaggio in pendenza.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Descrivere diversi tipi di sottostrutture e sistemi di fissaggio per impianti sulle facciate, annessi agli edifici e a posa libera nonché il montaggio degli stessi (C2) (c.3.1-c.3.3, c.4.4). - Valutare vari tipi di sottostruttura, sistemi di montaggio e tipi di pannello per diversi impianti solari sulle facciate, annessi agli edifici e a posa libera (C6) (c.3.1-c.3.3, c.4.4). - Valutare la disposizione degli impianti sulle facciate, annessi agli edifici e a posa libera (C6) (c.3.5, c.3.6).

- Per impianti sulle facciate, annessi agli edifici e a posa libera, descrivere varie opzioni di raccordo di diversi materiali per gli elementi passanti per il cablaggio e abbozzarle correttamente (C3) (c.3.5, c.3.6).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	09.00 Introduzione	<u>1</u>
<p>c.3.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di vari sistemi di montaggio e pannelli sulle facciate, annessi agli edifici o a posa libera (C2)</p> <p>c.3.2 Confrontare l'idoneità degli impianti solari per facciate, annessi agli edifici o a posa libera (C4)</p> <p>c.3.3 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)</p> <p>c.3.4 Determinare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)</p>	<p>09.01 Situazione 1: impianti solari integrati sulle facciate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversi sistemi di montaggio e requisiti della base: integrato e sporgente • Varie opzioni di montaggio sulla facciata: sistemi incollati, staffe di fissaggio per pannelli incorniciati e non, sistemi a doghe, a scandola, sistemi con supporti puntuali o sistemi a incasso • Cablaggio per impianti su facciata: disposizione ottimale dei cavi e determinazione delle aperture all'interno dell'edificio secondo la norma SIA 232/2 (impermeabilizzazioni richieste) • Requisiti previsti dalle norme antincendio per gli impianti fotovoltaici sulla facciata secondo la scheda informativa "Protezione antincendio di facciate fotovoltaiche retroventilate" (disponibile in tedesco) e il documento "Stato della tecnica Promemoria antincendio AICAA Impianti solari" di Swissolar. <p>09.02 Situazione 1: impianto solare annesso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diverse opzioni di montaggio annesso: pensiline, vetrate, balconi, ringhiere, parapetti • Diverse opzioni di montaggio per impianti solari annessi: fissati con graffe o con ganci a inserimento 	<p><u>9</u></p> <p><u>5</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Requisiti della base: resistente alla pressione, montabile e visibilmente idonea all'uso. • Cablaggio negli impianti annessi: ottimale disposizione dei cavi e determinazione delle aperture a sfondare all'interno dell'edificio secondo la norma SIA 232/2 (impermeabilizzazioni richieste) <p>09.03 Situazione 2: impianti solari a posa libera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varie opzioni di montaggio a posa libera: impianti agricoli, impianti standard installati all'aperto, impianti galleggianti e impianti collegati a sistema a fune • Varie opzioni di montaggio per impianti solari a posa libera: su strutture pesanti, speciali impianti agricoli, piattaforme galleggianti e sottostrutture a fune • Requisiti della base: valutare le basi in merito alla portata secondo le specifiche del produttore degli impianti speciali. • Cablaggio negli impianti a posa libera: disposizione e posa ottimale dei cavi nonché determinazione delle aperture a sfondare all'interno dell'edificio (impermeabilizzazioni richieste) SIA 232/1 e 232/2 	<u>4</u>
<p>c.3.5 Valutare la disposizione dei pannelli sulle facciate, montati sugli edifici o a posa libera (C6)</p> <p>c.3.6 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema per facciate, annessi agli edifici o a posa libera (C4)</p>	<p>09.04 Situazione 1: impianti integrati sulle facciate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientamento e posizione del sole (estate/inverno), aspetti visivi e considerazione dell'ambiente circostante (case vicine e ombreggiatura da parte di alberi o arbusti) • Dimensionamento retroventilazione, compresi gli orifizi di evacuazione e introduzione dell'aria in impianti fotovoltaici integrati sulla facciata, in conformità alla norma SIA 232/2. • Disposizione e ripartizione dei componenti del sistema 	<u>5</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Abbozzo dei dettagli di raccordi e passaggi alla base della facciata, delle finestre e del terminale superiore della facciata <p>Lavorare su vari casi di studio mettendoli a confronto (opportuni, tecnicamente corretti, esteticamente validi nelle facciate prescritte):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caso 1: orientamento a sud con impianto per facciata integrato • Caso 2: orientamento a est/ovest con impianto per facciata sporgente • Caso 3: orientamento a sud con impianto su ringhiera del balcone <p>09.05 Situazione 2: impianti a posa libera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposizione dei pannelli e dei componenti del sistema su spazi aperti come tetti di parcheggi, frutteti, corsi d'acqua, pendii e aree accessibili e percorribili. • Confronto tra possibili aree di applicazione come pensiline e tettoie, vetrate aeree, ringhiere e parapetti, edifici infrastrutturali e strutture su spazi aperti in riferimento a prestazioni dell'impianto, rendimento, costi e impatto visivo. Indicare i vantaggi e gli svantaggi delle singole opzioni di installazione. 	<u>3</u>
AIA		3

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	- Impianti fotovoltaici, Christof Bucher, pagg. 311-326	-

	<ul style="list-style-type: none"> - Montaggio solare, Involucro Edilizio Svizzera, pagg. 73-81 - Protezione antincendio di facciate fotovoltaiche retroventilate (disponibile in tedesco), Swissolar - Documento Stato della tecnica Promemoria antincendio AICAA Impianti solari, Swissolar 	
Tema di apprendimento 10: Cablaggio DC		
2° anno 4° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi</p>	Numero di lezioni: 18 di cui 2 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Sul tetto di una casa unifamiliare viene montato un impianto solare. I lavori di installazione vengono eseguiti sulla base dello schema di impianto e dello schema di principio. Per questo si dovrebbero utilizzare mezzi di esercizio adeguati.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Interpretare i piani elettrici delle stringhe e gli schemi di principio (C5) (c.4.1). - Valutare il cablaggio previsto in merito alla conformità alle norme applicabili (C6) (c.4.3). - Verificare l'idoneità dei vari mezzi di esercizio utilizzati in conformità alle norme applicabili (C4) (c.4.4, c.4.6-c.4.9).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	10.00 Introduzione	<u>1</u>
c.4.1 Interpretare i piani delle stringhe e gli schemi elettrici (C5)	10.01 Conoscere i simboli riportati nei piani delle stringhe e negli schemi di principio (schemi elettrici): generatore FV, sistema di accumulo, scatola di connessione del generatore, cavi, contatori, scatola di connessione dell'edificio, trasformatori di corrente di contatori privati, protezione di linea (fusibili, interruttori automatici di sicurezza), interruttori differenziali, interruttori principali e di manutenzione, protezione da sovratensione, inverter, equipotenziale e messa a terra, centraline di comando per il monitoraggio	<u>3</u>
c.4.3 Spiegare i requisiti e le norme per la realizzazione di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C2)	10.02 <ul style="list-style-type: none"> • Norme: <ul style="list-style-type: none"> - NIBT • Tipi di ambiente secondo le norme <ul style="list-style-type: none"> - Ambienti asciutti - Ambienti umidi o bagnati - Esterni - Aree polverose o a rischio di incendio - Aree potenzialmente esplosive • Indicazioni del produttore: <ul style="list-style-type: none"> - rispettare le condizioni di montaggio di tracciati e tubi 	<u>2</u>

<p>c.4.4 Valutare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)</p>	<p>10.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fattori di influenza esterni: <ul style="list-style-type: none"> - temperatura - umidità - formazione di condensa - radiazione UV - influssi meccanici • Materiali per esterne e interni: <ul style="list-style-type: none"> - protezione IP - resistenza alla corrosione • Dimensioni tubo: <ul style="list-style-type: none"> - numero di conduttori - intercambiabilità - inserimento senza danni • Possibili tipi di tubo <ul style="list-style-type: none"> - Tubi di plastica - Tubi di metallo - Pezzi sagomati come curve o manicotti di collegamento 	<p><u>2</u></p>
<p>c.4.6 Spiegare i requisiti e le norme in merito all'assemblaggio di collegamenti maschio/femmina di corrente continua (C2)</p>	<p>10.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipi di connettore <ul style="list-style-type: none"> - Multi Contact - Weidmüller - Phoenix • Installazione <ul style="list-style-type: none"> - Istruzioni - Problematica relativa alle connessioni incrociate, mix di tipi diversi - Normativa applicabile secondo NIBT - Osservare le indicazioni del produttore - Soluzioni nella pratica 	<p>2</p>

c.4.7 Descrivere i requisiti e le norme per la posa e il collegamento di cavi di corrente continua al generatore solare (C2)	10.05 • Collegamento cavo: - collegamento al generatore solare - Montaggio e fissaggio dei contatti del connettore - Osservare le istruzioni di montaggio e le norme specifiche	<u>2</u>
c.4.8 Spiegare i requisiti e le norme per la posa di linee di corrente continua in interni ed esterni (C2)	10.06 • Posa dei cavi - Opzioni per l'inserimento dei cavi - Riconoscere il rischio di danni - Tenere conto degli influssi esterni - Isolamento da altri circuiti - Problemi di compatibilità elettromagnetica, evitare i loop di conduttori - Collegamento all'inverter inserito o con collegamento diretto	<u>2</u>
c.4.9 Definire e valutare la posa e il collegamento di cavi e linee di corrente continua sulla base delle norme e delle direttive specifiche (C4)	10.07 • Dimensioni dei cavi - Definizione della sezione trasversale con tabelle ausiliarie - Osservare le norme - Scelta di materiali e opzioni	<u>2</u>
AIA		2

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	- Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Fornitori di pubblicazioni (ad es. Plica, Bettermann)	Documentazione di un cablaggio effettivamente realizzato in un immobile nella prassi di lavoro. Il cablaggio deve essere pianificato e documentato in modo comprensibile utilizzando i documenti di pianificazione.

	<ul style="list-style-type: none">- Istruzioni per l'installazione del produttore dei pannelli- Istruzioni per l'installazione del produttore degli inverter- Istruzioni per il montaggio del produttore dei connettori	
--	---	--

Tema di apprendimento 11: Impianti a corrente continua (DC)		
3° anno 1° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi c5 Montare e allacciare soluzioni per lo stoccaggio di energia per impianti solari</p>	Numero di lezioni: 34 di cui 3 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>In una casa unifamiliare di nuova costruzione viene allestito un impianto solare integrato di 60 m². La maggior parte dei lavori di montaggio è stata completata. Ora è il momento di passare ai lavori di installazione dal generatore all'inverter e di installare un sistema di accumulo associato.</p> <p>Il primo passo consiste nel pianificare e documentare adeguatamente l'installazione dell'impianto sul lato DC. In riferimento alle installazioni dal generatore all'inverter e a quella del sistema di accumulo associato si deve mettere a punto un semplice schema di principio.¹ La documentazione e comprendere tutti i mezzi di esercizio esistenti.</p>

¹ Schema di principio è sinonimo di schema elettrico

Obiettivi di apprendimento

- Documentare la struttura e il funzionamento dei mezzi di esercizio di un impianto a corrente continua (DC) (C3) (c.4.10).
- Eseguire semplici calcoli per il cablaggio dei pannelli e il collegamento all'inverter (C3) (c.4.10).
- Valutare l'installazione di sistemi di accumulo, inverter e generatori solari sulla base di uno schema di principio e di istruzioni di installazione in conformità con le norme e le direttive applicabili (C6) (c.4.11).
- Indicare i diversi tipi di sistemi di accumulo, i loro vantaggi e svantaggi e campi di applicazione (C2) (c.5.1, c.5.2, c.5.4, c.5.5).
- Valutare, sulla base di curve di prestazione o messaggi di stato, la corretta configurazione e installazione di un sistema di accumulo e determinare possibili fonti di errore (C6) (c.5.5).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	11.00 Introduzione	<u>1</u>
c.4.10 Spiegare il funzionamento e i requisiti del collegamento a inverter, generatore solare e componenti di sistema incluse le linee elettriche e la protezione contro le sovratensioni su lato corrente continua (C2)	11.01 <ul style="list-style-type: none"> • Principi della legge di Ohm, compresi i calcoli <ul style="list-style-type: none"> - Circuito con tensione, corrente, resistenza - Struttura atomica - Circuiti in serie, in parallelo e misti 	<u>8</u>
	11.02 <ul style="list-style-type: none"> • Nozioni di base sui cavi, compresi i calcoli <ul style="list-style-type: none"> - Materiale, resistenza specifica - Sezione trasversale, lunghezza - Caduta di tensione, perdita di potenza 	<u>3</u>
	11.03 <ul style="list-style-type: none"> • Energia e potenza, compresi i calcoli 	<u>6</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Tipi di energia - Potenza / energia fornita dal sole - Riduzioni di rendimento dovute, ad esempio, all'ombreggiamento, all'orientamento, ecc. - Legge di Ohm generalizzata - Rendimento - Targhette di identificazione - Perdite sui cavi, in inverter - Energia termica e meccanica - Tariffe energetiche 	
c.4.11 Valutare il montaggio e i collegamenti di inverter, generatori solari e componenti di sistema (C6)	<p>11.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componenti di un impianto fotovoltaico (funzione, schede tecniche, osservare le specifiche del produttore) <ul style="list-style-type: none"> - Generatori incl. cablaggio (stringa) - Stringa e ottimizzatore di potenza a confronto - Linee, cavi - Inverter - Batterie - Scatola di connessione del generatore con protezione contro le sovratensioni, interruttore automatico, ecc. - Interruttore DC - Leggere lo schema di principio, compreso il cablaggio delle stringhe - Menzionare la protezione contro i fulmini - Menzionare l'accumulatore 	<u>4</u>
c.5.1 Spiegare il funzionamento e i requisiti di sistemi di accumulo (C2)	<p>11.05</p> <ul style="list-style-type: none"> • Applicazioni dei sistemi di accumulo <ul style="list-style-type: none"> - Alimentazione di emergenza <ul style="list-style-type: none"> - Casi applicativi 	<u>3</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Quali sono i limiti di un sistema di alimentazione di emergenza - Ottimizzazione dell'autoconsumo <ul style="list-style-type: none"> - Incentivo economico - Incentivo ecologico - Peak Shaving <ul style="list-style-type: none"> - Che cos'è il Peak Shaving e a cosa serve? • Come si distinguono fondamentalmente i sistemi di accumulo <ul style="list-style-type: none"> - Vantaggi dei sistemi di accumulo in corrente continua, vantaggi dei sistemi di accumulo in corrente alternata, confronto tra sistemi completi e inverter ibridi • Quali proprietà hanno le batterie e quale valore viene attribuito a tali proprietà? <ul style="list-style-type: none"> - Densità volumetrica e gravimetrica di energia <ul style="list-style-type: none"> - Confronto tra accumulatore domestico e auto elettrica - Possibili indici C, comuni indici C - Intervallo di temperatura, cosa succede in un accumulatore se la temperatura è troppo alta/bassa - Sicurezza • Funzionamento dell'accumulatore in generale: <ul style="list-style-type: none"> - principi di elettrochimica - distinzione tra cella primaria e secondaria • Funzionamento del sistema di accumulo nello SEE <ul style="list-style-type: none"> - Distinzione e funzioni del sistema di gestione della batteria (BMS) o del sistema di gestione dell'energia (EMS) - Misurazione del punto di connessione alla rete, possibili fonti di errore <ul style="list-style-type: none"> ○ Direzione errata del flusso di energia (trasformatore di corrente) ○ Trasformatore di corrente in circuito aperto 	
--	--	--

	- Differenze nel funzionamento dei sistemi AC e DC	
c.5.2 Spiegare i requisiti e le norme per la scelta di cavi di corrente continua e di linee per il collegamento dell'accumulatore (C2)	<p>11.06</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definire i requisiti dei cavi DC e di comunicazione in conformità alle istruzioni di installazione e alla normativa specifica <ul style="list-style-type: none"> - Riconoscere il motivo per cui è necessario utilizzare coppie di fili intrecciati per l'installazione. • Eseguire i calcoli della corrente continua sulla batteria <ul style="list-style-type: none"> - Calcolare la tensione dell'accumulatore, calcola la corrente per ottenere una determinata potenza - Confronto con le specifiche del produttore 	<u>1</u>
c.5.4 Spiegare i requisiti e le norme in merito al montaggio di sistemi di accumulo (C2)	<p>11.07</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riconoscere i potenziali pericoli degli impianti a batteria <ul style="list-style-type: none"> - Cosa succede se un accumulatore al litio prende fuoco - Come spegnere l'incendio di un accumulatore al litio • Cosa può causare un incendio <ul style="list-style-type: none"> - Guasto o malfunzionamento del BMS - Danno meccanico - Influssi termici esterni - Invecchiamento del sistema • Discutere il Promemoria antincendio • Specifiche del produttore <ul style="list-style-type: none"> - Sulla base alle specifiche del produttore, definire una corretta posizione per l'installazione della batteria e identificare installazioni difettose • Limitazione art. 14 OIBT, accoppiamento AC/DC per sistemi di accumulo <ul style="list-style-type: none"> - Quali lavori sono consentiti con un'autorizzazione ai sensi dell'art. 14? 	<u>3</u>

c.5.5 Valutare il montaggio e il collegamento di sistemi di accumulo con accoppiamento a corrente continua e a corrente alternata (C6)	<p>11.08</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disegnare uno schema di principio di un sistema di accumulo in corrente alternata in conformità alle istruzioni di installazione e alla normativa specifica • Attenendosi alle istruzioni di installazione e alla normativa specifica, disegnare uno schema di principio di un'estensione di accumulatore DC e mettere a punto una lista dei componenti richiesti 	<u>2</u>
AIA		<u>3</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Promemoria antincendio AICAA Batterie agli ioni di litio - Varie specifiche del produttore 	-

Tema di apprendimento 12: Cablaggio AC e DC		
3° anno 1° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi</p>	Numero di lezioni: 28 di cui 3 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>In una casa plurifamiliare viene allestito un impianto fotovoltaico. I pannelli vengono disposti sul tetto con due orientamenti diversi. A questo punto si tratta di mettere in opera gli impianti elettrici. Ciò va fatto basandosi sui relativi schema d'impianto, schema di principio e piano delle stringhe. Prima di passare all'installazione, si confrontano le basi di pianificazione con la situazione in loco e pianificate le fasi di lavoro.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Interpretare i piani elettrici delle stringhe e gli schemi di principio integrandoli all'occorrenza (C5) (c.4.2). - Valutare il cablaggio previsto in merito alla sua conformità alle norme applicabili (C6) (c.4.3). - Verificare l'idoneità dei vari mezzi di esercizio utilizzati in conformità alle norme applicabili (C4) (c.4.4, c.4.7, c.4.8, c.4.9). - Adottare misure di sicurezza adeguate nel quadro dell'allestimento e dell'allacciamento di impianti solari (C3) (c.4.5). - Pianificare l'assemblaggio dei collegamenti a spina DC in conformità alle norme vigenti e la messa in funzione di un impianto solare (C3) (c.4.6). - Spiegare i requisiti per la protezione contro i fulmini esterna e interna (C2) (c.4.14, c.4.15).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	12.00 Introduzione	<u>1</u>
c.4.2 Abbozzare o modificare i piani delle stringhe e gli schemi elettrici (C5)	12.01 <ul style="list-style-type: none"> • Adattare e integrare i documenti di pianificazione <ul style="list-style-type: none"> - Approfondire la conoscenza dei simboli - Piano delle stringhe e schema di principio <ul style="list-style-type: none"> - Modifica del cablaggio di stringa - Aggiornamento dei numero di pannelli - Aggiornamento di sezioni trasversali modificate - Aggiunta della designazione del materiale di installazione 	<u>3</u>
c.4.3 Spiegare i requisiti e le norme per la realizzazione di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C2)	12.02 <ul style="list-style-type: none"> • Scelta del materiale <ul style="list-style-type: none"> - Problematica legata alla corrosione - Sottofondo di montaggio - Carichi meccanici - Protezione UV 	<u>2</u>
c.4.4 Valutare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)	12.03 <ul style="list-style-type: none"> • Tracciati per cavi e i tubi portacavi <ul style="list-style-type: none"> - Pianificazione e dimensionamento - Definire un cablaggio opportuno - Correlazioni con altre maestranze - Protezione acustica - Protezione antincendio - Protezione da formazione di condensa 	<u>3</u>
c.4.5 Riconoscere i rischi a cui si è esposti in fase di posa e collegamento dei cavi di corrente continua ed alternata e definire le dovute misure di sicurezza (C5)	12.04 <ul style="list-style-type: none"> • Prevenzione degli infortuni <ul style="list-style-type: none"> - 5+5 regole per la sicurezza - Controllo lato DC senza corrente 	<u>2</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Piano di emergenza - Utilizzo di dispositivi di protezione - Casi di studio: imparare dagli incidenti • Conseguenze per esseri viventi e cose <ul style="list-style-type: none"> - Pervazione corpo (particolari rischi DC / AC) - Arco elettrico - Materiali fusibili - Incidenti secondari - Pericolo di incendio • Riconoscere i pericoli <ul style="list-style-type: none"> - Situazioni quotidiane pericolose - Lavorare con lungimiranza - Ragionare con la propria testa - Chiedere la parola 	
<p>c.4.6 Spiegare i requisiti e le norme in merito all'assemblaggio di collegamenti maschio/femmina di corrente continua (C2)</p>	<p>12.05</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipi di connettore <ul style="list-style-type: none"> - Multi Contact - Weidmüller - Phoenix • Installazione <ul style="list-style-type: none"> - Istruzioni - Problematica relativa alle connessioni incrociate, mix di tipi diversi - Normativa applicabile secondo NIBT - Osservare le indicazioni del produttore - Soluzioni nella pratica 	<u>2</u>
<p>c.4.7 Descrivere i requisiti e le norme per la posa e il collegamento di cavi di corrente continua al generatore solare (C2)</p>	<p>12.06</p> <ul style="list-style-type: none"> • Collegamento cavo: <ul style="list-style-type: none"> - collegamento al generatore solare - Montaggio e fissaggio dei contatti del connettore - Osservare le istruzioni di montaggio e le norme specifiche 	<u>2</u>

<p>c.4.8 Spiegare i requisiti e le norme per la posa di linee di corrente continua in interni ed esterni (C2)</p>	<p>12.07</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posa dei cavi <ul style="list-style-type: none"> - Opzioni per l'inserimento dei cavi - Riconoscere il rischio di danni - Tenere conto degli influssi esterni - Isolamento da altri circuiti - Problemi di compatibilità elettromagnetica, evitare i loop di conduttori - Collegamento all'inverter inserito o con collegamento diretto 	<p><u>2</u></p>
<p>c.4.9 Definire e valutare la posa e il collegamento di cavi e linee di corrente continua sulla base delle norme e delle direttive specifiche (C4)</p>	<p>12.08</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensioni dei cavi <ul style="list-style-type: none"> - Definizione della sezione trasversale con tabelle ausiliarie - Osservare le norme - Capacità di carico di corrente dei conduttori - Calcolare le perdite sui conduttori ($I^2 \times R$) 	<p><u>3</u></p>
<p>c.4.14 Spiegare il funzionamento e i requisiti dell'equipotenziale (sistema di protezione dai fulmini interno), del sistema di protezione dai fulmini esterno e della messa a terra (C2)</p>	<p>12.09</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funzione SPA • Funzione SPD T1 - T3 • Funzione sistema di protezione dai fulmini esterno 	<p><u>3</u></p>
<p>c.4.15 Valutare la realizzazione e il collegamento dell'equipotenziale, del sistema di protezione dai fulmini esterno e della messa a terra (C6)</p>	<p>12.10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinare sezione trasversale e collegamento SPA • Definire uso e dimensionamento SPD • Campi di applicazione sistema di protezione dai fulmini esterno a norma svizzera • Nozioni di base sul sistema di protezione dai fulmini esterno, allacciamento di impianti FV 	<p><u>3</u></p>
<p>AIA</p>		<p><u>3</u></p>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
	<ul style="list-style-type: none"> - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Fornitori di pubblicazioni (ad es. Plica, Bettermann, A. Flury) - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Esercizi di pianificazione - Documento Stato della tecnica - Promemoria antincendio 	<p>Allestire uno schema di principio e i rispettivi calcoli nonché le relative schede tecniche per i mezzi di esercizio utilizzati in un progetto reale nell'azienda di formazione.</p>

Tema di apprendimento 15: Controllo visivo		
3° anno 1° trimestre	<p>Campo di competenze operative: d Manutenzione, riparazione e smontaggio di impianti solari</p> <p>Competenze operative: d.1 Effettuare la manutenzione degli impianti solari</p>	<p>Numero di lezioni: 8 di cui 1 AIA</p>

Situazione di lavoro professionale
<p>Sul tetto piano dell'azienda Müller Metallbau c'è un impianto fotovoltaico di complessivamente 350 m². A bordo tetto è presente una ringhiera fissa e per scendere dal tetto si usa la tromba delle scale che, al centro dell'edificio, porta fino al tetto.</p> <p>La Müller ha stipulato un contratto di manutenzione con la vostra azienda di impianti solari. L'impianto viene periodicamente sottoposto a controllo e manutenzione ogni 3 anni. A questo punto, si tratta di pianificare ed eseguire la manutenzione richiesta per l'impianto.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Descrivere il processo e i punti critici di un controllo visivo (C2) (d.1.1) - Descrivere i requisiti per una pulizia ecologica degli impianti solari (C2) (d.1.3). - Riconoscere le misure di manutenzione e i rischi a cui si andrebbe incontro se non le si adotta regolarmente (C4) (d.1.7).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	13.00 Introduzione	<u>1</u>
d.1.1 Eseguire controlli visivi su impianti solari esistenti e protocollarli (C3)	13.01 <ul style="list-style-type: none"> • Danni visivi e sporcizia <ul style="list-style-type: none"> - pannelli sporchi - Danni ai pannelli - Controllo dei punti di fissaggio - Stato del cablaggio e dei contatti del connettore - Stato dei tubi e dei canali di installazione - Controllo visivo di tutta le etichette • Allestire una lista di controllo <ul style="list-style-type: none"> - Definire la procedura - Definire i lavori richiesti • Protocollo di manutenzione <ul style="list-style-type: none"> - Contenuti, intervalli - Lavori di manutenzione richiesti per ogni intervallo - Tenere un registro dei lavori 	<u>2</u>
d.1.3 Riconoscere accumuli di sporco e definire metodi di pulizia e detergenti adeguati ed ecologici (C4)	13.02 <ul style="list-style-type: none"> • Ausili e detergenti <ul style="list-style-type: none"> - Seguire le istruzioni di installazione • Pulizia dei pannelli fotovoltaici <ul style="list-style-type: none"> - Ausili - Detergenti - Acqua demineralizzata - Riconoscere i danni - Smaltimento dei detergenti 	<u>2</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Redigere lista dei materiali per la manutenzione • Applicazione <ul style="list-style-type: none"> - Conservazione - Applicazione - Smaltimento 	
d.1.7 Descrivere la manutenzione su tetti verdi (C2)	<p>13.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sorveglianza <ul style="list-style-type: none"> - Possibilità di sorveglianza - Vista dal portale - Interpretazione dei grafici • Riconoscere perdite di potenza dovute a <ul style="list-style-type: none"> - pannelli sporchi - danni - inverdimento su tetti piani • Indicazione del rendimento ridotto dell'impianto • Indicare un opportuno intervallo di manutenzione • Manutenzione di tetti con inverdimento estensivo • Impianti per tetti piani • Comportamento di impianti su tetto o integrati con grande inclinazione e relativo effetto autopulente 	<u>2</u>
AIA		<u>1</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Istruzioni per pannelli solari (pulizia e manutenzione) - Istruzioni per inverter 	Redigere un protocollo di manutenzione per un impianto, compreso un registro fotografico.

Tema di apprendimento 14: Messa in funzione inverter		
3° anno 2° trimestre	Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari Competenze operative: c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi c.6 Eseguire la messa in funzione degli impianti solari	Numero di lezioni: 38 di cui 4 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Per un impianto solare su un garage doppio si deve realizzare l'installazione lato AC. L'installazione dalla scatola di connessione dell'edificio all'interruttore dell'impianto dell'inverter è illustrata nello schema di principio ed è già stata realizzata da una ditta di elettricisti nell'ambito dell'installazione generale. Adesso si tratta di realizzare l'installazione dall'interruttore dell'impianto all'inverter. Una volta effettuate le misurazioni sul lato DC, l'impianto deve essere messo in funzione. La messa in funzione deve essere protocollata in conformità alle specifiche.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Spiegare la struttura della rete AC, i rispettivi meccanismi di protezione nonché la struttura e il funzionamento dei mezzi di esercizio sul lato AC dell'inverter (C2) (c.4.12). - Pianificare e valutare le connessioni degli inverter alla rete (circuito in parallelo) (C6) (c.4.13). - Eseguire le misurazioni sul lato DC in conformità alla normativa applicabile e protocollarne i risultati in conformità alle specifiche (C3) (c.6.2, c.6.3). - Configurare le impostazioni di base dell'inverter nell'ambito del primo controllo parallelo al processo di costruzione (C3) (c.6.4, c.6.5).

- Descrivere le possibilità e specificare gli indicatori richiesti per il monitoraggio degli impianti solari (C2) (c.6.6).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	14.00 Introduzione	<u>1</u>
<p>c.4.12 Spiegare i requisiti e le norme della linea di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto (C2)</p> <p>c.4.13 Valutare la posa di linee di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto e il collegamento a inverter (C6)</p>	<p>14.01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rete di approvvigionamento <ul style="list-style-type: none"> ○ Livelli di rete ○ Ambito di competenza (swissgrid, Pronovo) ○ Frequenza di rete in funzione della fornitura di potenza attiva nella rete elettrica europea • Corrente alternata monofase <ul style="list-style-type: none"> ○ Definizione ○ Curva sinusoidale, periodo, durata del periodo ○ Frequenza • Campo elettrico <ul style="list-style-type: none"> ○ Definizione ○ Applicazione ○ Condensatori ○ Calcolo delle capacità in serie/parallelo • Campo magnetico <ul style="list-style-type: none"> ○ Definizione ○ Applicazione ○ Trasformatori ○ Calcolo delle induttanze in serie/parallelo • Corrente alternata trifase <ul style="list-style-type: none"> ○ Carico simmetrico con circuito a stella/triangolo ○ Carico asimmetrico, funzione conduttore di neutro 	<u>23</u>

	<p>14.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eseguire le misurazioni • Interpretare correttamente i risultati delle misurazioni in base alle schede tecniche e alle condizioni ambientali • Protocollezioni <ul style="list-style-type: none"> ○ Compilare il protocollo di misurazione e controllo del fotovoltaico 	<u>2</u>
<p>c.6.4 Descrivere la procedura e le impostazioni per la messa in servizio (C2)</p> <p>c.6.5 Valutare le impostazioni per la messa in servizio (C6)</p>	<p>14.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messa in servizio di inverter secondo le specifiche del produttore <p>14.05</p> <ul style="list-style-type: none"> • Configurare e controllare le impostazioni dell'inverter secondo le specifiche del produttore <ul style="list-style-type: none"> ○ Impostazione della data e dell'ora ○ Impostazioni specifiche al Paese ○ Considerazione della richiesta di connessione tecnica ○ Osservare ulteriori impostazioni secondo le specifiche dell'inverter ○ Dopo l'inserimento, valutare il corretto funzionamento 	<u>1</u>
<p>c.6.6 Descrivere sistemi di monitoraggio (C2)</p>	<p>14.06</p> <ul style="list-style-type: none"> • Che cos'è un sistema di monitoraggio e quali sono i requisiti di base di un tale sistema? • Registro solare • Portali di produttori di inverter <ul style="list-style-type: none"> ○ Fronius ○ Huawei ○ Solaredge ○ Ulteriori opzioni • Solar Manager 	<u>1</u>
<p>AIA</p>		<u>4</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti fotovoltaici, Christof Bucher • Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo • Pubblicazione Impianti fotovoltaici, A. Flury • https://myfeuerwehr.ch/fachtechnik/merkblaetter/MB_3-07 • Protocollo di misurazione e controllo del fotovoltaico secondo ESTI 	-

Tema di apprendimento 15: Disturbi durante la messa in funzione		
3° anno 2° trimestre	<p>Campo di competenze operative: d Manutenzione, riparazione e smontaggio di impianti solari</p> <p>Competenze operative: d2 Localizzare ed eliminare semplici disturbi in ambito di corrente continua</p>	Numero di lezioni: 24 di cui 2 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Sul tetto della famiglia Meier è stato installato 7 anni fa un impianto fotovoltaico con una potenza di 6 kWp. I pannelli solari sul tetto piano sono supportati da una struttura in alluminio inclinata di 10° e orientata a sud. Sull'edificio sono stati montati 4 punti di ancoraggio singolo. Il cliente ha chiamato il centro di assistenza spiegando che il sistema di monitoraggio ha inviato 3 giorni fa un messaggio di errore. Da allora, l'inverter non ha più prodotto energia. Il signor Meier spiega inoltre che la documentazione è tutta in loco e auspicerebbe che il problema all'impianto fosse risolto il prima possibile.</p>

Obiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Pianificare e documentare la risoluzione dei problemi come prescritto (C3) (d.2.3, d.2.4) - Determinare le possibili cause di un guasto e circoscriverle con l'aiuto dei documenti di pianificazione e dei valori di monitoraggio (C4) (d.2.3, d.2.4) - Scegliere lo strumento e il metodo di misurazione corretti e definire la procedura per una misurazione corretta con le dovute misure di sicurezza (C4) (d.2.3, d.2.4) - Interpretare i risultati delle misurazioni e confrontarli con i valori reali (C5) (d.2.4) - Calcolare possibili errori di misurazione, interpretarli e dedurre possibili misure di riparazione (C5) (d.2.4)

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	15.00 Introduzione	<u>1</u>
d.2.3 Descrivere possibili cause di disturbi nell'impianto di produzione energetica (C2)	15.01 <ul style="list-style-type: none"> • Riconoscere le possibili cause: <ul style="list-style-type: none"> - perdita di potenza - guasto della stringa - difetto di isolamento - guasto dell'inverter - temperatura troppo alta nel sistema - risposta del dispositivo di protezione contro le sovratensioni con segnalazione di disturbo • Controllo dei disturbi visualizzati/monitoraggio • Controllo visivo dell'impianto con i documenti di pianificazione esistenti <ul style="list-style-type: none"> - Confrontare il piano di posa con i materiali effettivi - Calcolo comparativo dei materiali effettivi per verificarne la plausibilità - Calcolo della tensione e della corrente di stringa con controllo comparativo sul portale di monitoraggio • Valutazione di una visualizzazione dell'impianto su un portale di monitoraggio utilizzando i documenti di pianificazione <ul style="list-style-type: none"> - Interpretare una curva di potenza - Riconoscere perdite di potenza di singole stringhe - Confronto dei valori di tensione, corrente e potenza con quelli auspicati - Misurazione dei valori elettrici su un impianto con confronto dei valori visualizzati nel portale di monitoraggio 	<u>8</u>

<p>d.2.4 Interpretare i piani di posa, i piani delle stringhe e le istruzioni specifiche per localizzare disturbi e definire adeguate misure per eliminarli (C4)</p>	<p>15.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicurezza sul lavoro <ul style="list-style-type: none"> - Quali misure sono necessarie - Direttive SUVA - Uso di DPI anticaduta - Preparazione di strumenti di misurazione per la sicurezza elettrica - Redigere una lista degli attrezzi • Schema di principio <ul style="list-style-type: none"> - Fornire un quadro sinottico chiaro sullo schema di principio, confronto dei materiali effettivi - Riconoscere in base allo schema di principio componenti come: <ul style="list-style-type: none"> - pannelli solari - cablaggio - cablaggio di stringa - scatola di connessione del generatore - inverter - sistemi di accumulo - Specificare simboli, grafici, valori e loro significato per i componenti menzionati - Riconoscere i messaggi di errore o i codici di errore o di stato di un inverter e adottare misure in base alle istruzioni per l'uso • Controllo visivo <ul style="list-style-type: none"> - Procedura di un controllo visivo - Difetti e danni evidenti: cablaggio, determinare le possibili posizioni delle interruzioni di linea in base agli piani delle stringhe - Utilizzo del registro dell'impianto • Misurazioni <ul style="list-style-type: none"> - Esecuzione di misurazioni per localizzare disturbi, documentazione inclusa 	<p><u>13</u></p>
--	--	-------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> - Uso e manipolazione di strumenti di misurazione e ausili - Conformità alle norme di sicurezza - Interpretare i risultati delle misurazioni - Definire misure per la risoluzione dei problemi - Pianificazione e implementazione delle misure per la risoluzione dei problemi: materiali, procedura, soluzioni provvisorie, tempo necessario, coinvolgimento di aziende esterne 	
AIA		<u>2</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Testo specialistico sul fotovoltaico, Accademia dell'energia del Toggenburgo 	Documentare un disturbo su un impianto e indicare le misure per rimediarvi.

Tema di apprendimento 16: Smontaggio di impianti solari		
3° anno 2° trimestre	<p>Campo di competenze operative: d Manutenzione, riparazione e smontaggio di impianti solari</p> <p>Competenze operative: d.3 Smontare gli impianti solari</p>	<p>Numero di lezioni: 8 di cui 1 AIA</p>

Situazione di lavoro specifica alla professione / Incarico di lavoro
<p>In una casa unifamiliare si deve risanare il tetto. Su di esso è installato un impianto solare di 15 anni con 20 pannelli. Il cliente decide che l'impianto debba essere smontato e smaltito. A questo punto si tratterà di fare tutto il necessario per garantire che lo smontaggio venga eseguito in modo professionale, sicuro e a risparmio di risorse. In loco saranno disponibile un ponteggio e una gru, che potranno essere utilizzati all'occorrenza dopo averlo comunicato all'impresario costruttore con due giorni di anticipo.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Specificare i vari materiali e mezzi di esercizio utilizzati e valutarne lo smontaggio nell'ottica di un'ottimale economia circolare (C6) (d.3.5). - Pianificare il lavoro di smontaggio e il corretto smaltimento o riutilizzo dei materiali e dei mezzi di esercizio (C3) (d.3.1, d.3.4)

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	16.00 Introduzione	<u>1</u>
d.3.5 Determinare l'allocazione dei materiali residui e dei prodotti riciclati in relazione all'ulteriore utilizzo (C4)	16.01 <ul style="list-style-type: none"> • Principio dell'economia circolare • Trattamento professionale, riutilizzo e smaltimento dei materiali e dei mezzi di esercizio che restano dopo lo smontaggio degli impianti solari <ul style="list-style-type: none"> - Materiali dell'involucro edilizio - Sottostrutture - Pannelli fotovoltaici - Componenti elettronici come inverter, ecc. - Accumulatori elettrochimici - Materiali elettrotecnici per l'installazione 	<u>2</u>
d.3.1 Descrivere il processo di smontaggio dell'impianto solare (C2)	16.02 <ul style="list-style-type: none"> • Preparativi per lo smontaggio rilevanti per la sicurezza <ul style="list-style-type: none"> - DPI / protezioni anticaduta - Sistemi di sicurezza collettivi - Precauzioni elettriche • Preparativi logistici <ul style="list-style-type: none"> - Sistema di benna per detriti - Determinare il deposito in loco - Organizzazione dei trasporti • Ripristino delle superfici del tetto <ul style="list-style-type: none"> - Garantire il funzionamento dell'involucro edilizio 	<u>3</u>
d.3.4 Spiegare le possibilità di riutilizzo e le specifiche modalità di riutilizzo di parti di impianto (C3)	16.03 <ul style="list-style-type: none"> • Commercio di pezzi di ricambio e di seconda mano • PVcircle • Second Life per gli accumulatori 	<u>1</u>
AIA		<u>1</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.erecycling.ch (fogli informativi SENS Recycling, PVcircle, ecc.) - Filmati sul trattamento di varie sostanze - Ulteriori esempi di trattamento <ul style="list-style-type: none"> - www.secondsol.com - www.twice-energy.ch - https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/so-funktioniert-das-recycling-von-photovoltaikanlagen.html 	<p>Allestire una documentazione fotografica sullo smaltimento nella propria azienda</p>

Tema di apprendimento 17: Approfondimento AC e DC, autoconsumo		
3° anno 3° trimestre	<p>Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari</p> <p>Competenze operative: c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi</p>	Numero di lezioni: 24 di cui 2 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Un cliente pianifica un nuovo impianto integrato per il tetto della sua casa unifamiliare. L'edificio si trova a 1200 metri sul livello del mare. Le superfici sono orientate a est-ovest con un'inclinazione di 35°. Abitando non proprio in posizione centrale, la famiglia dispone di un'auto elettrica e di due biciclette elettriche. L'edificio è riscaldato con una pompa di calore di recente installazione. È interesse del cliente che l'impianto solare possa essere esercitato nel modo più redditizio possibile.</p>

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Determinare possibili ottimizzazioni in relazione all'autoconsumo (C4) (c.5.3). - Valutare, calcolare e pianificare il lavoro di installazione elettrica sulla base di una specifica di progetto (C6) (c.4.10-c.4.13).

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	17.00 Introduzione	<u>1</u>
c.5.3 Confrontare le opzioni per l'ottimizzazione e il controllo dell'energia e per l'autoconsumo (C4)	17.01 <ul style="list-style-type: none"> • Ottimizzazione dell'energia <ul style="list-style-type: none"> - Come ridurre il fabbisogno di energia primaria: caldaie a pompa di calore, pompe di calore, elettrodomestici a basso consumo - Cosa si può ottenere con un sistema di controllo dell'energia: comando compatibile con la rete (V2G, PV2G) • Definizione e calcolo del grado di autoconsumo e autosufficienza degli impianti sulla base di esempi <ul style="list-style-type: none"> - Quali componenti possono essere utilizzati per aumentare il grado di autoconsumo - Quali componenti sono necessari per calcolare e visualizzare il grado di autoconsumo e autosufficienza • Ottimizzazione dell'autoconsumo: <ul style="list-style-type: none"> - perché ottimizzare l'autoconsumo (sgravio della rete di distribuzione, incentivi finanziari) - Quali caratteristiche deve avere un apparecchio elettrico (elettrodomestici, generatore di calore, stazioni di ricarica) perché un controllo delle eccedenze abbia senso Elaborare insieme esempi di carichi spostabili e i vantaggi e gli svantaggi di un sistema di comando 	<u>8</u>

<p>c.4.10 Spiegare il funzionamento e i requisiti del collegamento a inverter, generatore solare e componenti di sistema incluse le linee elettriche e la protezione contro le sovratensioni su lato corrente continua (C2)</p> <p>c.4.11 Valutare il montaggio e i collegamenti di inverter, generatori solari e componenti di sistema (C6)</p> <p>c.4.12 Spiegare i requisiti e le norme della linea di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto (C2)</p> <p>c.4.13 Valutare la posa di linee di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto e il collegamento a inverter (C6)</p>	<p>17.02</p> <p>Lavoro di approfondimento: valutazione del sistema complessivo, compresi i calcoli</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione del collegamento all'edificio • Occupazione del tetto con calcolo • Numero di pannelli • Potenza di picco totale • Determinazione delle stringhe con tensioni e correnti • Definire inverter • Definire la soluzione di accumulo • Definire le linee • Mettere a punto uno schema di principio • Menzionare il protocollo di misurazione 	<p><u>13</u></p>
<p>AIA</p>		<p><u>2</u></p>

<p>Forma di lavoro speciale</p>	<p>Possibili testi specialistici</p>	<p>Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)</p>
<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Sulla base di un impianto reale, documentare la progettazione degli impianti elettrici dall'interruttore principale in poi, compresa la progettazione dell'inverter.</p> <p>Progetto assegnato come lavoro di approfondimento in gruppo / presentazione dei risultati</p>

Tema di apprendimento 18: Manutenzione di impianti solari		
3° anno 3° trimestre	<p>Campo di competenze operative: d Manutenzione, riparazione e smontaggio di impianti solari</p> <p>Competenze operative: d.1 Effettuare la manutenzione degli impianti solari d2 Localizzare e riparare semplici guasti al sistema di corrente continua degli impianti solari</p>	Numero di lezioni: 20 di cui 2 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Un cliente ha l'impressione che il suo impianto solare di 9 anni non produca più la stessa potenza di quando è stato installato. Soprattutto in caso di pioggia e in inverno viene spesso segnalato un guasto e l'impianto non produce. Il cliente auspica quindi un controllo in loco. Nel corso del sopralluogo presso l'impianto, si delinea la seguente situazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - impianto su tetto piano nella zona industriale accanto a un impianto di essiccazione erba, 35 kWp, con pannelli orientati a est-ovest - si tratta di un impianto per autoconsumo - il cablaggio è difettoso - i pannelli sono visibilmente sporchi - una parte del tetto piano è accessibile, e pare che venga utilizzata come area fumatori

Obiettivi di apprendimento

- Spiegare i requisiti legali per il controllo periodico degli impianti solari (C2) (d.1.4)
- Descrivere le possibili cause di disturbi in un impianto solare (C2) (d.2.3)
- Sulla base della documentazione tecnica di un impianto solare, localizzare possibili difetti e determinare misure adeguate per eliminarli (C5) (d.2.4)
- Spiegare possibili misurazioni e procedure per controllare il funzionamento degli impianti solari e valutare i risultati (C6) (d.1.5)

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	18.00 Introduzione	<u>1</u>
d.1.4 Descrivere i requisiti e le specifiche legali per le ispezioni periodiche (C2)	18.01 Controlli periodici in conformità all'allegato OIBT <ul style="list-style-type: none"> - Art. 1.3.5 (installatore secondo OBIT art. 14) - Art. 4 (controllo periodico secondo NIBT, inclusa la distinzione per i produttori di impianti) Controlli periodici secondo le istruzioni del produttore	<u>1</u>
d.2.3 Descrivere possibili cause di disturbi nell'impianto di produzione energetica (C2)	18.02 <ul style="list-style-type: none"> • Lavorare su disturbi sul lato AC e/o illustrarli con esempi <ul style="list-style-type: none"> - Cause che possono portare all'intervento dei fusibili a monte <ul style="list-style-type: none"> - Cavo in cortocircuito (roditore, danni meccanici, uso non corretto del materiale) - Cortocircuito sull'inverter - Mutate condizioni ambientali nel quadro di distribuzione principale - Riduzione dell'inverter 	<u>6</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Derating termico, in funzione della tensione - Riduzione in funzione della potenza (di immissione) • Lavorare su possibili disturbi sul lato DC e illustrarli con esempi <ul style="list-style-type: none"> - Pannelli sporchi - Nuove fonti di ombreggiamento - Difetti di isolamento - Connessioni a spina - Ottimizzatore - Danni meccanici (morsi di roditori, cablaggio difettoso) - Difetti dei pannelli (sottostringa, rotture di cella, diodo di bypass, delaminazione (Riso), perdite (Riso)) - Sistema di retroventilazione scadente, sporco o assente (soprattutto negli impianti solari integrati) • Lavorare su possibili disturbi sulla base di errori o i codici di stato dell'inverter e illustrarli con esempi <ul style="list-style-type: none"> - Vari codici di errore, a seconda del produttore • Lavorare su possibili disturbi degli accumulatori e illustrarli con esempi <ul style="list-style-type: none"> - Scarica profonda delle celle - Difetto al contatore, alle linee di comunicazione - Individuazione di disturbi in base alle specifiche del produttore 	
<p>d.2.4 Interpretare i piani di posa, i piani delle stringhe e le istruzioni specifiche per localizzare disturbi e definire adeguate misure per eliminarli (C4)</p>	<p>18.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedura e misure <ul style="list-style-type: none"> - Circoscrivere gli errori riflettendo sui documenti di pianificazione - Controllo visivo dell'impianto per individuare eventuali difetti evidenti - Dedurre le dovute misure <ul style="list-style-type: none"> - Eseguire le misurazioni - Fare il confronto tra i valori auspicati e quelli reali - Protocollare le misurazioni 	<p><u>3</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Avviare le misure - Stimare l'onere - Coinvolgere i centri di assistenza o l'azienda partner tramite segnalazione del disturbo 	
<p>d.1.5 Descrivere misurazioni integrative per verificare il funzionamento di impianti solari e valutare i risultati (C6)</p>	<p>18.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Curva caratteristica U/I <ul style="list-style-type: none"> - Misurazione con un dispositivo di misurazione della curva caratteristica su 3 pannelli, non ombreggiati e parzialmente ombreggiati - Misurazione su pannello difettoso (cortocircuito diodo di blocco) - Interpretazione delle curve caratteristiche • Registrazione IR <ul style="list-style-type: none"> - Funzionamento della telecamera IR - I pannelli sono più caldi quando sono in cortocircuito o in circuito aperto - Riconoscere i vari difetti utilizzando fotografie a infrarossi <ul style="list-style-type: none"> - Diodo di blocco difettoso (cortocircuito) - Pannelli ombreggiati o sporchi - Sottostringhe difettose, celle difettose - Sistema di retroventilazione scadente - Quale modello di errore corrisponde a quale errore - Quali errori non si possono riconoscere con questa procedura • Procedura in elettroluminescenza <ul style="list-style-type: none"> - Esempio: danno da grandine, riconoscere fratture invisibili delle celle mediante fotografie • Misurazione UE <ul style="list-style-type: none"> - Accennare a cosa serve questa misurazione e cosa può essere controllato con essa. • Test dei diodi di blocco <ul style="list-style-type: none"> - Misurazione su un diodo di blocco 	<p><u>7</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Per quale motivo è installato un diodo di blocco nei pannelli - Vantaggi e svantaggi di un diodo di blocco, possibili modelli di errore • Riso in condizioni di bagnato 	
AIA		<u>2</u>

Forma di lavoro speciale	Testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
	<ul style="list-style-type: none"> - Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT) - Protocollo di misurazione e controllo del fotovoltaico - Documenti del produttore 	

Tema di apprendimento 19: Progetto		
3° anno 3° e 4° trimestre	Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari Competenze operative: c1 Montare impianti solari su tetti piani c2 Montare impianti solari su tetti inclinati c3 Montare impianti solari sulle facciate, annessi agli edifici o a posa libera c4 Realizzare il cablaggio per gli impianti solari, posare e collegare i cavi c5 Montare e allacciare soluzioni per lo stoccaggio di energia per impianti solari c.6 Eseguire la messa in funzione degli impianti solari	Numero di lezioni: 64 di cui 4 AIA

Situazione di lavoro professionale
Il responsabile del progetto vi dà l'incarico di pianificare, montare e installare un semplice impianto solare.

Obbiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Collegare le varie fasi di pianificazione, montaggio e installazione per la realizzazione di un impianto solare e allestire la documentazione relativa alla commessa. - Valutare altre documentazioni di commesse suggerendo all'occorrenza misure di miglioramento.

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	19.00 Introduzione	<u>1</u>
<p>c.1.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di vari sistemi di montaggio e pannelli su tetti piani (C2)</p> <p>c.1.2 Confrontare l'idoneità dei diversi impianti solari per tetti piani per vari tipi di base (C4)</p> <p>c.1.3 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)</p> <p>c.1.4 Descrivere i sistemi di protezione anticaduta permanente in relazione ai sistemi di montaggio (C2)</p> <p>c.1.5 Valutare la disposizione dei pannelli solari sui tetti piani (C6)</p> <p>c.1.6 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema su tetti piani (C4)</p> <p>c.2.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di varie sottostrutture e pannelli su tetti inclinati (C2)</p> <p>c.2.2 Confrontare l'idoneità dei vari impianti solari per tetti inclinati per vari tipi di base (C4)</p> <p>c.2.4 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)</p> <p>c.2.6 Valutare la disposizione dei pannelli integrati sul tetto (C6)</p> <p>c.2.7 Valutare la disposizione dei pannelli sovrapposti o annessi su tetti inclinati (C6)</p> <p>c.2.8 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema su tetti inclinati (C4)</p>	<p>19.01</p> <p>Nell'ambito del progetto, si elaborano e collegano i singoli temi di apprendimento su un progetto predefinito (casi di studio) o su progetti delle aziende delle persone in formazione. Le persone in formazione lavorano in gruppo su vari progetti che prevedono la realizzazione di semplici sistemi solari su tetti piani, tetti a falde (su tetto e integrati) e facciate, nonché sistemi solari annessi a edifici o a posa libera.</p> <p>Le persone in formazione documentano per iscritto le loro riflessioni.</p> <p>Nel progetto vengono trattati i seguenti aspetti:</p> <p>Valutazione della situazione e scelta del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione di possibili orientamenti e disposizioni sull'edificio, tenendo conto dei componenti di sistema esistenti e della potenza dello stesso. • Valutazione della base alla luce delle norme e direttive esistenti. • Valutazione e scelta del sistema di montaggio appropriato e dei pannelli (motivare la scelta) • Valutazione e scelta di possibili sistemi di ottimizzazione e accumulo dell'energia (motivare la scelta). <p>Pianificazione del montaggio e dell'installazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disegno dello schema del tetto 	<u>34</u>

<p>c.3.1 Descrivere le caratteristiche e il funzionamento di vari sistemi di montaggio e pannelli sulle facciate, annessi a edifici o a posa libera (C2)</p> <p>c.3.2 Confrontare l'idoneità degli impianti solari per facciate, annessi agli edifici o a posa libera (C4)</p> <p>c.3.3 Verificare requisiti di fissaggi e base secondo le norme specifiche (C4)</p> <p>c.3.5 Valutare la disposizione dei pannelli sulle facciate, montati sugli edifici o a posa libera (C6)</p> <p>c.3.6 Descrivere e distinguere l'uso e la disposizione dei vari componenti del sistema per facciate, annessi agli edifici o a posa libera (C4)</p> <p>c.4.1 Interpretare i piani delle stringhe e gli schemi elettrici (C5)</p> <p>c.4.2 Abbozzare o modificare i piani delle stringhe e gli schemi elettrici (C5)</p> <p>c.4.3 Spiegare i requisiti e le norme per la realizzazione di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C2)</p> <p>c.4.4 Determinare l'impiego di tracciati per cavi e tubi portacavi in interni ed esterni (C4)</p> <p>c.4.5 Riconoscere i rischi a cui si è esposti in fase di posa e collegamento dei cavi di corrente continua ed alternata e definire le dovute misure di sicurezza (C5)</p> <p>c.4.6 Spiegare i requisiti e le norme in merito all'assemblaggio di collegamenti maschio/femmina di corrente continua (C2)</p> <p>c.4.7 Descrivere i requisiti e le norme per la posa e il collegamento di cavi di corrente continua al generatore solare (C2)</p> <p>c.4.8 Spiegare i requisiti e le norme per la posa di linee di corrente continua in interni ed esterni (C2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborazione del cablaggio dai pannelli all'inverter (piano delle stringhe) • Disegni dettagliati di elementi passanti, passaggi o raccordi. • Disposizione dei componenti di sistema nel vano tecnico, compreso il corretto cablaggio dell'inverter, del generatore solare e degli altri componenti di sistema e l'installazione dei cavi di corrente continua e alternata (schema d'impianto e schema di principio) • Documentare i possibili pericoli e rischi durante la posa e il collegamento dei cavi DC e AC. • Valutazione e collegamento di equipotenziale, sistema di protezione dai fulmini esterno e messa a terra. • Pianificazione del lavoro per il montaggio e l'installazione, allestimento cantiere, sicurezza sul lavoro e protezione dell'ambiente compresi • Calcolare i materiali e redigere una lista dei materiali per i lavori di montaggio e installazione <p>Del lavoro di progetto non fanno parte la messa in funzione, l'esecuzione di misurazioni e l'eliminazione di disturbi!</p> <p>La documentazione scritta comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schema del tetto, piano delle stringhe, schema d'impianto, schema di principio, piani delle zavorre, piani dei ganci da tetto e piani di montaggio • Descrizione dell'impianto scelto, ottimizzazione energetica e accumulatore compresi • Pianificazione del lavoro e lista dei materiali • Concetto di sicurezza e pianificazione specifica alla protezione anticaduta 	
--	---	--

<p>c.4.9 Definire e valutare la posa e il collegamento di cavi e linee di corrente continua sulla base delle norme e delle direttive specifiche (C6)</p> <p>c.4.10 Spiegare il funzionamento e i requisiti del collegamento a inverter, generatore solare e componenti di sistema incluse le linee elettriche e la protezione contro le sovratensioni su lato corrente continua (C2)</p> <p>c.4.11 Valutare il montaggio e i collegamenti di inverter, generatori solari e componenti di sistema (C6)</p> <p>c.4.12 Spiegare i requisiti e le norme della linea di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto (C2)</p> <p>c.4.13 Valutare la posa di linee di corrente alternata a partire dai morsetti di uscita dell'interruttore dell'impianto e il collegamento a inverter (C6)</p> <p>c.4.14 Spiegare il funzionamento e i requisiti dell'equipotenziale (sistema di protezione dai fulmini interno), del sistema di protezione dai fulmini esterno e della messa a terra (C2)</p> <p>c.4.15 Valutare la realizzazione e il collegamento dell'equipotenziale, del sistema di protezione dai fulmini esterno e della messa a terra (C6)</p> <p>c.5.1 Spiegare il funzionamento e i requisiti di sistemi di accumulo (C2)</p> <p>c.5.2 Spiegare i requisiti e le norme per la scelta di cavi di corrente continua e di linee per il collegamento dell'accumulatore (C2)</p> <p>c.5.3 Confrontare le opzioni per l'ottimizzazione e il controllo dell'energia e per l'autoconsumo (C4)</p> <p>c.5.4 Spiegare i requisiti e le norme in merito al montaggio di sistemi di accumulo (C2)</p> <p>c.5.5 Valutare il montaggio e il collegamento di sistemi di accumulo con accoppiamento a corrente continua e a corrente alternata (C6)</p>	<p>19.02</p> <p>I progetti vengono presentati in classe ed esposti in dettaglio.</p> <p>Le presentazioni e le documentazioni sulle commesse vengono valutate criticamente dagli altri gruppi sviluppando misure di miglioramento e domande sul contenuto dei progetti.</p> <p>Le misure di miglioramento e le domande vengono discusse in modo approfondito insieme a tutta la classe.</p>	<p><u>25</u></p>
---	--	-------------------------

c.6.2 Descrivere la procedura e i requisiti del primo controllo degli impianti (C2)		
AIA		4

Forma di lavoro speciale	Possibili testi specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
Progetto in gruppo	<ul style="list-style-type: none"> - Montaggio solare, Involucro edilizio Svizzera - Impianti fotovoltaici, Christof Bucher - Testo specialistico Principi di base involucro edilizio - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Testo specialistico sul fotovoltaico, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Fornitori di pubblicazioni (ad es. Plica, Bettermann) - Istruzioni per l'installazione del produttore dei pannelli - Istruzioni per l'installazione del produttore degli inverter - Istruzioni per il montaggio del produttore dei connettori - Materiale didattico completo 	-

Tema di apprendimento 20: Impostazioni e misurazioni		
3° anno 4° trimestre	Campo di competenze operative: c Montaggio e installazione di impianti solari Competenze operative: c.6 Eseguire la messa in funzione degli impianti solari	Numero di lezioni: 32 di cui 4 AIA

Situazione di lavoro professionale
<p>Negli ultimi quattro giorni è stato installato un impianto solare da 6 kW su una pensilina della casa della famiglia Hans Muster a Uzwil. L'impianto è ora completato e oggi dovrebbe essere messo in funzione. Tutti i documenti come anche il protocollo di misurazione e controllo sono stati consegnati dal responsabile del progetto.</p>

Obiettivi di apprendimento
<ul style="list-style-type: none"> - Pianificare il primo controllo di un impianto solare secondo la normativa applicabile con una sequenza sensata e preparare la documentazione (C3) (c.6.2) - Eseguire in modo autonomo un primo controllo su un impianto FV in conformità con le norme applicabili (C3) (c.6.3 - c.6.5) - Interpretare i risultati disponibili dei primi controlli e prendere le dovute misure in caso di risultati errati (C6) (c.6.3) - Saper mettere in funzione un inverter secondo le norme vigenti e descrivere gli effetti delle varie impostazioni (C3) (c.6.5) - Confrontare, sulla base di grafici o indicatori di sistemi di monitoraggio, i rendimenti auspicati per gli impianti solari con quelli reali e descrivere le possibili fonti di errore (C5) (c.6.6)

Obiettivi di valutazione della scuola professionale	Contenuti didattici	Lezioni
	20.00 Introduzione	<u>1</u>
c.6.2 Descrivere la procedura e i requisiti del primo controllo degli impianti (C2)	20.01 <ul style="list-style-type: none"> • Documentazione di sistema secondo SN EN 62446-1 <ul style="list-style-type: none"> - Verifica della completezza - Controllare se tutti i dati sono corretti <ul style="list-style-type: none"> - Identificazione del progetto - Potenza nominale del sistema in kW DC o kVA AC - Pannelli fotovoltaici e inverter - Data di installazione - Data di messa in servizio - Nome del cliente - Indirizzo del sito di installazione - Informazioni sullo sviluppatore del sistema - Informazioni sull'installatore - Schema elettrico, schede tecniche <ul style="list-style-type: none"> - Generatore fotovoltaico - Cablaggio DC (eventualmente dispositivi di protezione contro le sovracorrenti) - Messa a terra ed equipotenziale - Protezione contro le sovratensioni e protezione dai fulmini - Rete a corrente alternata - Informazioni sulla progettazione e la manutenzione <ul style="list-style-type: none"> - Sistema di disinserimento / disconnessione di emergenza - Raccomandazioni per la pulizia e la manutenzione - Lista di controllo su cosa fare in caso di guasto dell'impianto 	<u>3</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Futuri lavori sull'edificio che possono influire sul generatore FV (ad esempio, punti di ancoraggio per lavori sul tetto) - Piano di posa per la linea DC come informazione per i vigili del fuoco 	
c.6.3 Eseguire, protocollare e interpretare le misurazioni (C5)	<p>20.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2. Controlli <ul style="list-style-type: none"> - Controlli di tutti i componenti a corrente alternata in conformità alla norma NIBT Parte 6 <ul style="list-style-type: none"> - Controllo visivo - Misurazioni (misurazione dell'isolamento, impedenza di loop o corrente di cortocircuito, test di intervento degli interruttori differenziali (RCD), resistenza PE, SPA, ZSPA con misurazioni a bassa resistenza, tensione di rete, campo rotante e caduta di tensione) - Controllo del funzionamento dei dispositivi di protezione come interruttore automatico, RCD, dispositivi di sicurezza come l'arresto di emergenza • Protocollo ai sensi dell'ordinanza DATEC, articoli 13 e 14, con la compilazione del protocollo di misurazione e controllo <ul style="list-style-type: none"> - Controllo visivo dei componenti DC in conformità con SNG 491000 - 2086b - Misurazioni secondo SNG 491000 - 2086b <ul style="list-style-type: none"> - Conduttività dei conduttori di protezione e di collegamento equipotenziale - Tensione a circuito aperto U_o e polarità - Corrente di cortocircuito I_{sc} o corrente di esercizio I_{mpp} • Misurazione dell'isolamento Riso 	<u>5</u>
c.6.4 Descrivere la procedura e le impostazioni per la messa in servizio (C2)	<p>20.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedura di messa in funzione <ul style="list-style-type: none"> - Eseguire le misurazioni 	<u>2</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Messa in funzione dell'impianto secondo le istruzioni di installazione del produttore - Impostazioni dei parametri necessarie quali <ul style="list-style-type: none"> - impostazione specifica al Paese - data e ora - Controllare che tutti i mezzi di esercizio funzionino correttamente 	
<p>c.6.5 Valutare le impostazioni per la messa in servizio (C6)</p>	<p>20.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rete elettrica europea, struttura, interdipendenze e sfide <ul style="list-style-type: none"> - Frequenza, blackout, black start • Possibili problemi se molti inverter della rete sono parametrizzati in modo errato; fare esempi • Comportamento in frequenza e tensione di un inverter • Che cosa può o non può fare un inverter nella rete elettrica • Opzioni di impostazione di base per l'inverter <ul style="list-style-type: none"> - Lingua, data, ora - Leggere, configurare correttamente e controllare altri componenti controllati dall'inverter, come i contatori - Norma nazionale, NA/EEA-NE7 - CH 2020 <ul style="list-style-type: none"> - Quale norma nazionale può essere impostata come alternativa se non è possibile impostare la norma svizzera applicabile • Protezione NA: requisiti nel corso del tempo <ul style="list-style-type: none"> - Retrofit - Futuro • Discutere i parametri e la loro funzione per il supporto alla rete di NA/EEA-NE7 - CH 2020 <ul style="list-style-type: none"> - $U_{>>}$, $U_{>}$, $U_{ac\ max}$, $U_{<}$, $U_{>>}$, $U_{ac\ min}$ - $P(f)$, f_{start}, $P(f)_{red}$, f_{min}, f_{max} - Anti Islanding - Incremento Pac, tempo di riconnessione in caso di errore 	<p><u>11</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamento FRT • Altri parametri e loro funzione per il supporto di rete <ul style="list-style-type: none"> - $Q(U), Q(P)/\cos(\phi)$ - Max. potenza in ingresso, con regolazione dell'autoconsumo - Telecomando/disinserimento dell'inverter • Differenza tra il sistema a freccia del consumatore/produttore e la sua corretta applicazione per l'impostazione del controllo della potenza reattiva sugli inverter • Protezione NA aggiuntiva esterna per impianti >30 kVA <ul style="list-style-type: none"> - Vantaggi e svantaggi della protezione NA aggiuntiva 	
c.6.6 Descrivere sistemi di monitoraggio (C2)	20.05 <ul style="list-style-type: none"> • Che cos'è un sistema di monitoraggio e quali sono i requisiti di base di un tale sistema? <ul style="list-style-type: none"> - Riconoscere un disturbo dell'inverter o del generatore - Riconoscere le differenze rispetto al valore auspicato in termini di apporto di energia/potenza - Potenziale di ottimizzazione per l'autoconsumo 	<u>3</u>
	20.06 <ul style="list-style-type: none"> • Quali parametri possono essere letti da un sistema di monitoraggio? <ul style="list-style-type: none"> - kWh/kWp, kWh/kVA - Ore a pieno carico - Scostamenti di stringa in % 	<u>3</u>
AIA		<u>4</u>

Forma di lavoro speciale	Possibili test specialistici	Compito trimestrale valutato (approfondimento del tema di apprendimento e collegamento alla pratica)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Temi di apprendimento OIBT 14 FV, Accademia dell'energia del Toggenburgo - Testo specialistico sul fotovoltaico, Christof Bucher - Manuale di misurazione secondo NIN20XX 	-