

Martin Marietta Energy Systems, Inc., Central Engineering Services

**OPERATION AND MAINTENANCE GUIDANCE:
A PROCEDURES MANUAL FOR
SOLAR DOMESTIC HOT WATER SYSTEMS AT CAMP DARBY**

**GUIDA AL FUNZIONAMENTO ED ALLA MANUTENZIONE:
UN MANUALE PROCEDURALE PER GLI IMPIANTI SOLARI DI
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA DI CAMP DARBY**

J. P. Belk
W. R. Williams
M. R. Feldman
J. R. Wolfgong
J. R. Horton
J. C. Anderson
P. H. Hight

Manuscript Completed: August 1991

Date of Publication: May 1993

Prepared for the
U.S. Department of the Army
Headquarters, United States Army, Europe
Office of the Deputy Chief of Staff, Engineer
under Interagency Agreement 1938-B090-A1

Prepared by
MARTIN MARIETTA ENERGY SYSTEMS, INC.
managing the

Oak Ridge K-25 Site
Oak Ridge National Laboratory
Oak Ridge Y-12 Plant
under Contract DE-AC05-84OR21400

Uranium Enrichment Organization
Including the Paducah Gaseous Diffusion Plant
and the Portsmouth Gaseous Diffusion Plant
under Contract DE-AC05-76OR00001

for the
U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

MASTER

TABLE OF CONTENTS

INDICE

ACKNOWLEDGMENTS	ix	RINGRAZIAMENTI	ix
ABSTRACT	xi	COMPENDIO	xi
1.0 INTRODUCTION	1-1	1.0 INTRODUZIONE	1-1
2.0 DESCRIPTION OF SYSTEMS	2-1	2.0 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	2-1
2.1 A "Typical" Solar Domestic Hot Water System	2-2	2.1 Un impianto solare "tipico" di produzione di acqua calda sanitaria	2-2
2.2 Camp Darby/Leghorn Depot Solar Systems	2-6	2.2 Impianti solari di Camp Darby e del Deposito di Livorno	2-6
2.2.1 Large SDHW Systems — Bldgs. 401, 406, 409, 412, and 723	2-13	2.2.1 Grandi impianti SDHW — Edifici 401, 406, 409, 412 e 723	2-13
2.2.2 Dual Tank SDHW Systems — Bldgs. 689, 5140, and 5141	2-23	2.2.2 Impianti SDHW a due accumulatori — Edifici 689, 5140 e 5141	2-23
2.2.3 Small SDHW Systems — Bldgs. 701, 771, 5023, 5130, and 5164	2-30	2.2.3 Sistemi SDHW di piccole dimensioni — Edifici 701, 771, 5023, 5130 e 5164	2-30
2.2.4 An SDHW/Building Heat System — Bldg. 824	2-38	2.2.4 Impianto SDHW/di riscaldamento — Edificio 824	2-38
2.2.5 Miscellaneous SDHW Systems — Bldgs. 702, 829, 836, and 5150	2-41	2.2.5 Impianti SDHW vari — Edifici 702, 829, 836 e 5150	2-41

3.0 OPERATING PROCEDURES	3-1	3.0 PROCEDURE OPERATIVE	3-1
3.1 System Start-up	3-2	3.1 Messa in funzione dell'impianto	3-2
3.1.1 Venting Potable Water System	3-2	3.1.1 Spurgo dell'aria dell'impianto idrico	3-2
3.1.2 Filling Solar Collector Fluid Loop	3-4	3.1.2 Riempimento del circuito del fluido del collettore	3-4
3.1.3 Valve Positions	3-4	3.1.3 Posizioni delle valvole	3-4
3.1.4 Controller Settings	3-6	3.1.4 Impostazioni del regolatore	3-6
3.1.5 Start-up	3-9	3.1.5 Messa in funzione iniziale	3-9
3.2 Normal System Operation	3-11	3.2 Funzionamento normale dell'impianto	3-11
3.2.1 Visual Inspection	3-11	3.2.1 Ispezione visuale	3-11
3.2.2 Collector Fluid Circulation Pumps	3-12	3.2.2 Pompe di circolazione del fluido termovettore	3-12
3.2.3 Potable Water Recirculation Pumps	3-13	3.2.3 Pompe di ricircolazione dell'acqua potabile	3-13
3.2.4 Evaluation of System Performance	3-16	3.2.4 Valutazione del rendimento dell'impianto	3-16
3.2.5 Valve Positions and Controller Settings	3-17	3.2.5 Posizioni delle valvole ed impostazioni del regolatore	3-17
3.2.6 Reporting	3-18	3.2.6 Relazionamento	3-18
3.3 Normal System Shutdown	3-19	3.3 Arresto normale dell'impianto	3-19
3.3.1 Auxiliary System Operation	3-19	3.3.1 Funzionamento dell'impianto ausiliario	3-19
3.3.2 SDHW Shutdown	3-19	3.3.2 Arresto dell'impianto SDHW	3-19

TABLE OF CONTENTS

INDICE

v

3.4	Response to Abnormal Operating Conditions	3-21	3.4	Risposte alle condizioni anomale di funzionamento	3-21
3.4.1	Emergency Conditions	3-21	3.4.1	Condizioni di emergenza	3-21
3.4.2	Reporting Unusual Conditions	3-21	3.4.2	Relazionamento di condizioni inconsuete	3-21
3.4.3	Equipment Room Flooding	3-21	3.4.3	Allargamento della sala macchinari	3-21
3.4.4	Failed Pumps	3-23	3.4.4	Guasto delle pompe	3-23
3.4.5	Expansion Tank Overflow	3-26	3.4.5	Traboccamento della cassetta di espansione	3-26
3.4.6	Broken/Leaking Solar Panels	3-28	3.4.6	Pannelli solari rotti o che perdono	3-28
3.4.7	Improper Controller Settings	3-29	3.4.7	Impostazioni errate dei regolatori	3-29
4.0	MAINTENANCE PROCEDURES	4-1	4.0	PROCEDURE DI MANUTENZIONE	4-1
4.1	Collector Fluid Drainage and Replacement	4-2	4.1	Drenaggio e sostituzione del fluido del collettore	4-2
4.1.1	Complete Drainage and Replacement	4-2	4.1.1	Scarico e sostituzione completa	4-2
4.1.2	Addition of Makeup Fluid	4-6	4.1.2	Aggiunta del fluido di rabbocco	4-6
4.2	Pump Replacement	4-9	4.2	Sostituzione della pompa	4-9
4.2.1	Collector Fluid Circulating Pumps	4-9	4.2.1	Pompe di circolazione del fluido del collettore	4-9
4.2.2	Potable Water Recirculation Pumps	4-11	4.2.2	Pompe di ricircolazione dell'acqua potabile	4-11
4.3	Solar Collector Replacement	4-13	4.3	Sostituzione del collettore di energia solare	4-13
4.3.1	Multipanel Systems	4-13	4.3.1	Impianti multipannello	4-13
4.3.2	Single Panel and Small Multipanel Systems	4-15	4.3.2	Piccoli impianti mono e multipannello	4-15

TABLE OF CONTENTS

vi

INDICE

4.4 Maintenance of Heat Exchangers	4-18	4.4 Manutenzione degli scambiatori di calore	4-18
4.4.1 Chemical Cleaning of Shell-and-Tube Exchangers	4-18	4.4.1 Pulizia chimica degli scambiatori a fascio tubiero	4-18
4.4.2 Mechanical Cleaning of Plate Exchangers	4-24	4.4.2 Pulizia meccanica degli scambiatori a piastre	4-24
4.4.2 Replacing In-Tank Bayonet Heat Exchangers	4-31	4.4.3 Sostituzione degli scambiatori di calore a baionetta posti nell'accumulatore termico	4-31
4.5 Instrument/Controller Replacement	4-32	4.5 Sostituzione degli strumenti e dei regolatori	4-32
4.5.1 Electronic Component Replacement	4-32	4.5.1 Sostituzione dei componenti elettronici	4-32
4.5.2 Thermocouple Replacement	4-34	4.5.2 Sostituzione dei sensori della temperatura	4-34
5.0 SPARE PARTS INVENTORY RECOMMENDATION	5-1	5.0 RACCOMANDAZIONI RELATIVE ALL'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO	5-1
Appendix A. WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION	A-1	Appendice A. CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE	A-1
A.1 Types of Corrosion	A-3	A.1 Tipi di corrosione	A-3
A.2 Corrosion Control	A-6	A.2 Controllo della corrosione	A-6
A.3 System Maintenance	A-15	A.3 Manutenzione degli impianti	A-15

TABLE OF CONTENTS

vii

INDICE

A.4 Corrosion Testing	A-16
A.4.1 Materials and Methods for Corrosion Test	A-16 A-17
A.4.2 Experimental Results	A-20
A.5 Summary	A-25
References	A-27
Appendix B. SYSTEMS COMPONENTS LISTS	B-1
Appendix C. COMPONENT INFORMATION FOR SPARE PARTS INVENTORY	C-1

A.4 Prova di corrosione	A-16
A.4.1 Materiali e metodi di prova della corrosione	A-16 A-17
A.4.2 Risultati sperimentali	A-20
A.5 Riepilogo	A-25
Bibliografia	A-27
Appendice B. ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI	B-1
Appendice C. INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO	C-1

ACKNOWLEDGMENTS

In late 1990, a project was undertaken to develop operation and maintenance guidance for solar domestic hot water systems at Camp Darby and the Leghorn Army Depot near Livorno, Italy. This report represents the culmination of that work.

The authors appreciate the invaluable support and courteous assistance of the officers and staff of the Directorate of Energy and Housing at Camp Darby during two site visits in December 1990 and September 1992, including Robert Devens, Director; Bill Genova, Deputy Director; Sergio Lenzi, Chief, Utilities Division; Gaultiero Rogovich, Branch Chief (Mechanical); Massimo Minarelli, Lead Foreman; Andrea Barontini, Marco Del Soldato, and Luca Farnesi, Boiler Plant Equipment Mechanics and Operators; and Gino Bennett, Chief, Administration.

The authors acknowledge sponsorship of the Headquarters Staff, United States Army, Europe, Office of the Deputy Chief of Staff, Engineer, in Heidelberg, Germany, and recognize specifically the support of Carl Postlewate, Director, Engineering and Housing; Dennis Cannon, Chief, Utilities and Energy Division, who joined us during the first visit to Camp Darby; and Elisabeth Jenicek, Energy Engineer.

RINGRAZIAMENTI

Alla fine del 1990 è iniziato il progetto di stesura di una guida operativa e di manutenzione degli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria di Camp Darby e del Deposito di Livorno, in prossimità di Livorno. Questo rapporto è frutto di tale lavoro.

Gli Autori apprezzano l'impareggiabile appoggio e la cortese assistenza offerti loro dagli ufficiali e dallo staff del Directorate dell'Energia e degli Alloggi di Camp Darby durante due visite condotte in loco nel dicembre 1990 e nel settembre 1992 e desiderano ringraziare Robert Devens, direttore; Bill Genova, vice-direttore; Sergio Lenzi, capodivisione Servizi di Pubblica Utilità; Gaultiero Rogovich, caposezione (Meccanica); Massimo Minarelli, caposquadra; Andrea Barontini, Marco Del Soldato e Luca Farnesi, meccanici ed operatori addetti alle caldaie e Gino Bennett, amministratore capo.

Gli Autori desiderano esprimere la loro gratitudine nei confronti dello staff del Quartiere Generale dell'Esercito degli Stati Uniti, Europa, Ufficio del Vice-capo di Stato Maggiore del Genio di Heidelberg, Germania, sotto i cui auspici è stato redatto questo lavoro e riconoscono in modo specifico il supporto di Carl Postlewate, direttore, Servizi tecnici ed Alloggi; di Dennis Cannon, capodivisione Servizi di Pubblica Utilità ed Energia, che hanno accompagnato gli Autori nel corso della loro prima visita a Camp Darby, e di Elisabeth Jenicek, ingegnere energetico.

ACKNOWLEDGMENTS

x

This work was brought to the authors attention and facilitated by Charles Doty and Gary Briggs of Martin Marietta Energy Systems, Inc., Data Systems Research and Development Program.

Translation services from English to Italian were provided by the Ralph McElroy Co., Custom Division, P. O. Box 4828, Austin, Texas 78765 USA. Their work received commendation during the September 1992 visit to Camp Darby from the Italian staff of the Directorate of Energy and Housing during a review of the initial bilingual draft of this manual.

Appreciation is also expressed to Tina Moore for the preparation of extensive bilingual tables compiled from copies of blueprints for the SDHW systems.

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato richiamato all'attenzione degli Autori e facilitato da Charles Doty e da Gary Briggs della Martin Marietta Energy Systems, Inc., Data Systems Research and Development Program.

La versione dall'inglese in italiano è stata curata dal team della Ralph McElroy Co., Custom Division, P. O. Box 4828, Austin, Texas 78765 USA. La traduzione è stata lodata dallo staff italiano del Direttorato dell'Energia e degli Alloggi durante la revisione della bozza bilingue di questo manuale avvenuta nel settembre 1992, nel corso della visita a Camp Darby.

Gli autori desiderano infine esprimere il loro apprezzamento nei confronti Tina Moore per la preparazione delle numerose tabelle bilingue compilate a partire dalle cianografie degli impianti SDHW.

ABSTRACT

Solar domestic hot water systems have been installed at Camp Darby and the Leghorn Army Depot near Livorno, Italy, by the United States Army. These systems range from single panel installations providing hot water to maintenance shops to large multipanel systems serving barracks. Guidance provided in this bilingual (English-Italian) report includes operating and maintenance procedures and recommendations for spare parts inventory. Operating procedures address start-up, normal operations, shut-down, and response to abnormal conditions; maintenance procedures address collector fluid drainage and replacement and equipment change-out. Flow diagrams reflecting as-built conditions are also included for many of the systems. Water quality and corrosion control are also discussed.

COMPENDIO

L'Esercito degli Stati Uniti ha installato impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria a Camp Darby e presso il Deposito dell'Esercito di Livorno in Italia. Tali impianti vanno dalle installazioni a pannello unico formenti acqua calda alle officine di manutenzione a grandi impianti multipannello destinati alle caserme. Le indicazioni fornite da questo rapporto bilingue (inglese-italiano) comprendono le procedure operative e di manutenzione ed i suggerimenti relativi all'inventario dei pezzi di ricambio. Le procedure operative concernono l'avviamento, il normale funzionamento, l'arresto degli impianti e le risposte in caso di condizioni abnormi. Le procedure di manutenzione interessano lo scarico del fluido dai collettori, la loro sostituzione e l'uso alterno delle attrezzature. Diagrammi schematici riflettono le condizioni costruttive di svariati impianti. Vengono anche discussi la qualità dell'acqua ed il controllo della corrosione.

1.0 INTRODUCTION

This manual has been prepared for utilities operators and supervisors of the Directorate of Energy and Housing (DEH) who operate and maintain the solar domestic hot water systems (SDHW) at U.S. Army, Europe (USAREUR), facilities located at Camp Darby and the nearby Leghorn Depot located between Livorno and Pisa, Italy. It covers operation and maintenance guidance and recommendations on spare parts.

The need and recommendation for this manual resulted from a prior evaluation, *Solar Energy Analysis Camp Darby, Italy*, by E M C Ingenieure. This need was confirmed through a site visit by authors of this manual in December 1990.

The procedures and descriptive material contained herein are written to assist new or experienced operators in maintaining efficient solar collection for the SDHW systems at Camp Darby and the Leghorn Depot. Background information on water quality control and corrosion protection is provided in Appendix A.

Chapter 2 of this manual contains descriptions and flow diagrams for the SDHW systems at Camp Darby and the Leghorn Depot. Detailed equipment lists, extracted from blueprints of the SDHW

1.0 INTRODUZIONE

Questo manuale è stato preparato per gli operatori ed i supervisori del Directorate dell'Energia e degli Alloggi (DEH o Directorate of Energy and Housing) incaricati del funzionamento e del mantenimento degli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria (SDHW o Solar Domestic Hot Water Systems) delle strutture dell'Esercito degli Stati Uniti, Europa site a Camp Darby e nel vicino Deposito di Livorno, situato tra Livorno e Pisa. Funge da guida operativa e di manutenzione e contiene raccomandazioni relative ai pezzi di ricambio.

Il manuale risponde ad un'esigenza espressa da una valutazione precedente, *Solar Energy Analysis Camp Darby, Italy*, della E M C Ingenieure. Tale esigenza è stata confermata da una visita sul posto effettuata dagli Autori nel dicembre 1990.

Le procedure ed il materiale descrittivo qui presentate sono state redatte per aiutare gli operatori neofiti o esperti a mantenere un'efficiente captazione dell'energia solare da parte dei impianti SDHW di Camp Darby e del Deposito di Livorno. L'Appendice A presenta informazioni tecniche relative al controllo della qualità dell'acqua ed alla protezione contro la corrosione.

Il Capitolo 2 di questo manuale contiene descrizioni e diagrammi schematici dei impianti SDHW di Camp Darby e del Deposito di Livorno. L'Appendice B fornisce elenchi dettagliati delle

INTRODUCTION

1.0
1-2

systems as well as from on-site inspection, are provided in Appendix B.

Procedures for start-up, normal system operation, normal shutdown, and responding to abnormal conditions are provided in Chap. 3. Procedures for maintenance and replacement activities are provided in Chap. 4. These latter procedures address solar fluid drainage and replacement, pump replacement, solar collector replacement, maintenance of heat exchangers, and instrument and controller replacement.

Recommendations concerning the sparing of equipment are contained in Chap. 5. Appendix C consolidates the information presented in Appendix B to show the commonalities between systems. This consolidated information, along with general guidance presented in Chap. 5, serves as a basis for identifying which equipment to spare and how many spare units to have in store.

INTRODUZIONE

attrezzature, tratti dalle cianografie degli impianti SDHW e dall'ispezione in loco.

Le procedure di messa in funzione, il funzionamento normale degli impianti, il loro arresto normale e le risposte a condizioni anomale di funzionamento sono esaminate nel Capitolo 3. Le procedure di manutenzione e le attività di sostituzione sono discusse nel Capitolo 4. Tali procedure concernono il drenaggio e la sostituzione del fluido termovettore, la sostituzione delle pompe e del collettore solare, la manutenzione degli scambiatori di calore e la sostituzione degli strumenti e dei regolatori.

Il Capitolo 5 elucida le raccomandazioni relative all'inventario dei pezzi di ricambio. L'Appendice C consolida le informazioni presentate nell'Appendice B, illustrando le similarità tra i vari impianti. Tali informazioni accorpate, assieme alle indicazioni generali del Capitolo 5, permettono di identificare i pezzi di ricambio necessari ed il numero di unità di ricambio da tenere in magazzino.

2.0 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

2.0 DESCRIPTION OF SYSTEMS

Solar energy systems located at Camp Darby and the nearby Leghorn Depot are described in this chapter. Since these systems share many common features, a typical domestic hot water system will be described first in Sect. 2.1. More detailed descriptions of the individual systems are then provided in Sect. 2.2. When there are several similar systems, one system is discussed in detail, while differences are highlighted for the other systems to avoid duplication. The descriptions presented in this chapter, along with supporting information included in appendices, support the operation and maintenance procedures given in Chaps. 3 and 4 and the spare parts recommendations given in Chap. 5.

Questo capitolo descrive gli impianti ad energia solare di Camp Darby e del vicino Deposito di Livorno. Visto che tali impianti hanno molte caratteristiche in comune, la sezione 2.1 descrive per primo un impianto solare tipico di produzione di acqua calda sanitaria. La Sezione 2.2 offre descrizioni più particolareggiate dei singoli impianti. In caso di impianti simili, ne viene discusso dettagliatamente uno e gli altri vengono esaminati in termini di differenze rispetto al primo, in modo da evitare ripetizioni. Le procedure operative e di manutenzione oggetto dei Capitoli 3 e 4 e le raccomandazioni sull'inventario dei pezzi di ricambio offerte dal Capitolo 5 sono basate sulle descrizioni presentate in questa sezione e sulle informazioni d'appoggio contenute nelle appendici.

2.1 A "Typical" Solar Domestic Hot Water System

A schematic diagram for a typical system is shown in Fig. 1. Solar fluid recirculating pumps circulate a solar fluid up through solar collector panels. The solar fluid then returns to heat the potable water through an in-tank heat exchanger—as illustrated—or an external exchanger as noted below in the detailed descriptions.

The hot water is then delivered through a quick response heat exchanger (QRHX) for further heating, if required. A tempering valve adds cold water to adjust for proper temperature if the water is too hot. A thermal surge tank is provided between the QRHX and tempering valve. The thermal surge tank evens out temperature perturbations and helps the tempering valve provide a more constant temperature product.

The auxiliary heating system is typically a hot water loop connected to either the original building heating system or an oil-fired hot water generator dedicated to supplying hot water. In some cases (usually smaller installations), the auxiliary heat may be electric resistance heating provided within the storage tank or by a standard electric hot water heater installed downstream of the solar generator. The

2.1 Un impianto solare "tipico" di produzione di acqua calda sanitaria

La Figura 1 illustra il diagramma schematico di un impianto tipico. Le pompe di ricircolazione fanno circolare un fluido termovettore attraverso i pannelli del collettore solare. Il fluido termovettore veicola il calore all'acqua potabile per mezzo di uno scambiatore di calore posto nell'accumulatore termico—come illustrato—o uno scambiatore esterno, come notato sotto nelle descrizioni particolareggiate.

Se necessario, l'acqua calda viene poi erogata attraverso uno scambiatore di calore ad azione rapida (QRHX o Quick Response Heat Exchanger) per essere ulteriormente riscaldata. Se l'acqua è troppo calda, una valvola di miscelazione aggiunge acqua fredda, in modo da raggiungere la temperatura corretta. Un serbatoio di equilibratura termica è posto tra il QRHX e la valvola di miscelazione. Tale serbatoio di equilibratura termica livella le perturbazioni della temperatura ed aiuta la valvola di miscelazione a mantenere costante la temperatura dell'acqua erogata.

Di solito, il sistema di riscaldamento ausiliario è costituito da un circuito d'acqua calda collegato all'impianto di riscaldamento originale dell'edificio, oppure ad un generatore a gasolio d'acqua calda dedicato alla sola produzione di acqua calda. In alcuni casi (di norma, nelle installazioni più piccole) il sistema ausiliario di riscaldamento può essere costituito da una resistenza elettrica situata

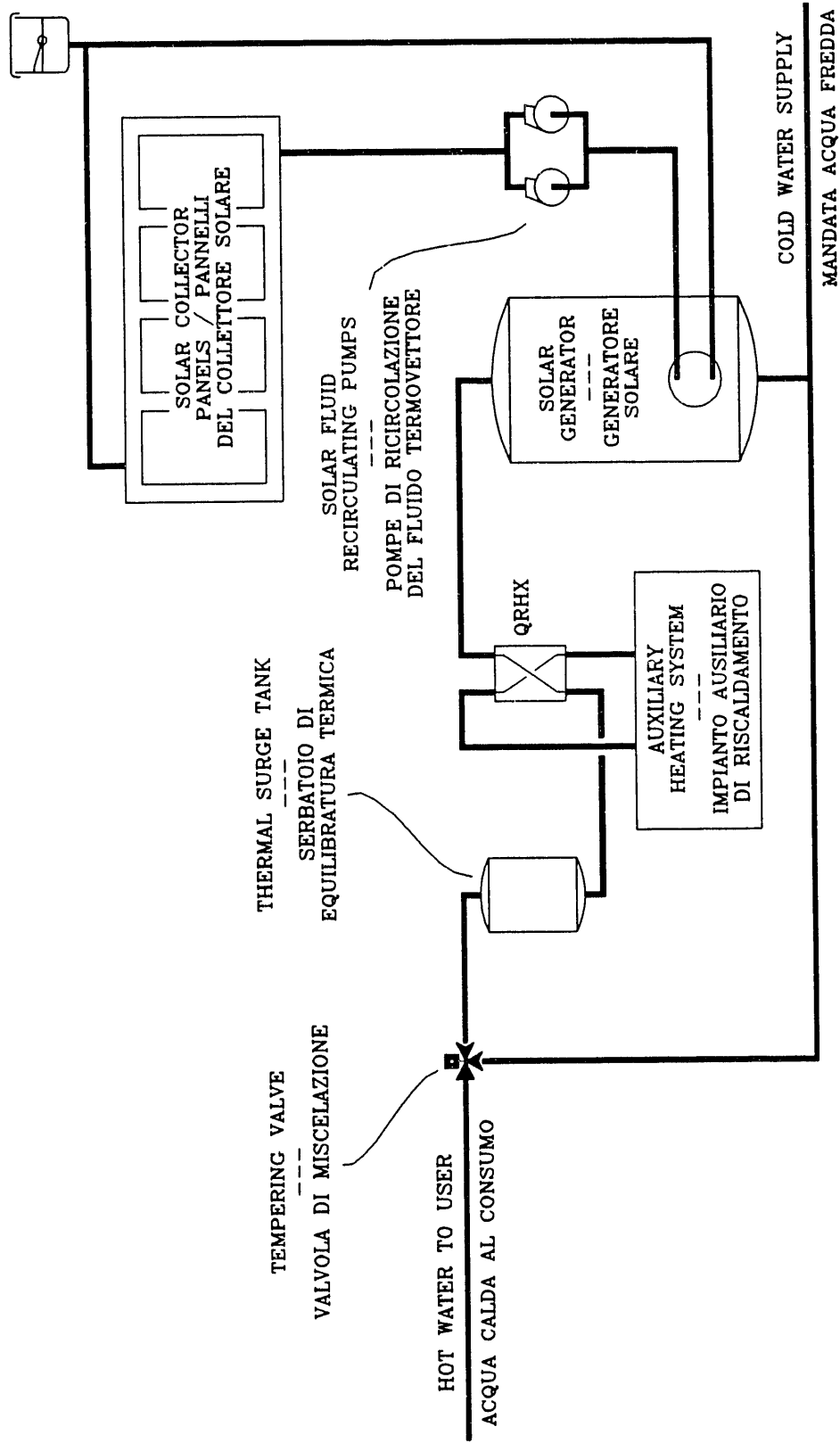


Fig. 1. Schematic diagram of a "typical" solar domestic hot water system.

Figura 1. Diagramma schematico di un impianto solare "tipico" di produzione di acqua calda sanitaria.

auxiliary heating systems will not be further described unless such information is necessary to understand specific solar energy systems.

The solar fluid circulating pumps are installed as pairs, one for normal operation and one as a backup spare. The pump pair arrangement is typical. The pumps have fractional horsepower AC electric motors operating on 120V/220V 50 Hz power. Automatic starting or stopping is provided by on/off controllers with temperature sensors at strategic points in the system.

The solar collectors are typically glass covered flat plate collectors located on the roofs of buildings. An expansion tank above the collector panels is provided to accommodate expansion of the solar fluid as its temperature rises. The expansion tank may receive makeup water through a float valve connected to the potable water system. Freeze protection is required a few nights per year and is provided by the use of propylene glycol in the solar fluid. This protection may be augmented by draining, circulating the solar fluid, or circulating the solar fluid along with some heating. Potable water piping to the expansion tank may be heat traced, insulated, or drained.

all'interno del serbatoio accumulatore o da uno scaldacqua elettrico normale, installato a valle del generatore solare di acqua calda. Gli impianti di riscaldamento ausiliari non verranno descritti ulteriormente a meno che tali informazioni non siano necessarie per comprendere specifici impianti ad energia solare.

Le pompe di circolazione del fluido termovettore sono installate in coppie, una pompa per il funzionamento normale ed una di riserva. La disposizione a coppie delle pompe è tipica. Le pompe sono azionate da motori elettrici da frazioni di cavallo vapore, alimentati a 120 V/220 V/50 Hz CA. L'avviamento o l'arresto automatico è controllato da regolatori on/off, collegati a sensori della temperatura posti in punti strategici dell'impianto.

I collettori solari sono di solito collettori piatti a piastre in vetro, situati sul tetto degli edifici. Una cassetta di espansione, posta sopra i pannelli del collettore, permette di compensare l'espansione del fluido termovettore causata dall'innalzamento della temperatura. La cassetta di espansione può ricevere acqua di rabbocco tramite una valvola a galleggiante collegata all'impianto idraulico. La protezione anticongelante è necessaria poche notti l'anno ed è assicurata aggiungendo propilenglicole al fluido termovettore. Questa protezione può essere aumentata spurgando il fluido termovettore, mantenendolo in circolazione o facendolo circolare riscaldato. Il tubo che eroga acqua potabile nella cassetta di espansione può essere riscaldato, isolato o spurgato.

A "Typical" Solar Domestic Hot Water System

2.1
2-5

**Un impianto solare "tipico" di produzione
di acqua calda sanitaria**

The tank mixing pump prevents temperature stratification in the solar hot water generator. This permits a more continuous operation of the solar collectors and permits greater storage of energy. This feature is not present in all systems.

La pompa di miscelazione dell'accumulatore solare previene la stratificazione della temperatura nel generatore solare di acqua calda. Ciò permette un funzionamento più continuato dei collettori solari e la captazione di una quantità maggiore di energia solare. Questa caratteristica non è presente in tutti i sistemi.

2.2 Camp Darby/Leghorn Depot Solar Systems

This section contains descriptions of the solar domestic hot water (SDHW) systems found at Camp Darby and the Leghorn Depot. Systems sharing common designs or design features have been grouped together in Subsect. 2.2.1, 2.2.2, and 2.2.3. Subsection 2.2.4 describes a unique system providing both domestic hot water and building heat. Miscellaneous systems are presented in Subsect. 2.2.5.

The flow sheets presented in this section are based primarily on blueprints that were marked to reflect as-built conditions observed during a site visit by authors of this manual in September 1992; all systems differ in some way from their original blueprints. Detailed equipment lists, provided in Appendix B are also based on blueprints with revisions to reflect current as-built conditions. The flow sheets and equipment lists utilize the same equipment numbers or alphanumeric pairs utilized on the original blueprints for each system to aid in cross-referencing materials in this manual to those original drawings. When equipment has been replaced by components that accomplish the same functions, the numbers utilized by the old equipment are retained for the new. Equipment not identified on original blueprints is identified by a single letter.

2.2 Impianti solari di Camp Darby e del Deposito di Livorno

Questa sezione descrive gli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria (SDHW o Solar Domestic Hot Water) esistenti a Camp Darby e presso il Deposito di Livorno. I sistemi frutto della stessa progettazione o presentanti le stesse caratteristiche progettuali sono stati raggruppati assieme nelle sezioni 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3. La sezione 2.2.4 descrive un impianto unico che eroga acqua calda sanitaria e provvede contemporaneamente al riscaldamento dello stabile. I sistemi vari sono presentati nella sezione 2.2.5.

I diagrammi schematici presentati in questa sezione sono basati principalmente sulle cianografie contrassegnate in modo da riflettere le condizioni di costruzione osservate nel corso di un sopralluogo condotto dagli Autori di questo manuale nel settembre 1992. Tutti i sistemi differiscono in qualche misura dalle cianografie originali. Anche gli elenchi particolareggiati delle attrezzature, presentati nell'Appendice B sono basati sulle cianografie rivedute in modo da riflettere le condizioni attuali post-costruzione. I diagrammi schematici e gli elenchi delle attrezzature utilizzano gli stessi numeri di pezzo o coppie alfanumeriche adottate dai disegni originali relativi ad ogni impianto, in modo da facilitare il riferimento crociato tra i materiali di questo manuale ed i disegni originali. Quando le attrezzature sono state sostituite da componenti svolgenti la stessa

funzione, i numeri usati per i pezzi vecchi sono stati mantenuti per indicare le nuove attrezzature. I componenti non identificati sulle cianografie originarie vengono ora indicati da una sola lettera.

Table 1 provides a cross reference list between the various SDHW installations, where information on these systems can be found in this manual, and the original blueprints. Figures 2 and 3 identify the locations of the systems discussed in this manual. A key to equipment identified in the flow sheets is provided in Fig. 4.

La Tabella 1 offre un elenco a riferimenti crociati delle varie installazioni SDHW, delle sezioni del manuale che ne esaminano le caratteristiche specifiche e delle cianografie originali. Le Figure 2 e 3 identificano le ubicazioni degli impianti discussi da questo manuale. La Figura 4 presenta la chiave di lettura delle dei componenti indicati nei diagrammi schematici.

Table 1. Cross-reference listing to SDHW system descriptions, flow sheets, and component tables

Tabella 1. Elenco a riferimenti crociati delle descrizioni degli impianti SDHW, dei diagrammi schematici e delle tabelle dei componenti

Table 1

Tabella 1

Bldg. No. Edificio n°	Building Function	Funzione dell'edificio	System Description Descrizione dell'impianto	Flow Sheet Diagramma schematico	Blueprint Cianografia	Component Descriptions Descrizioni dei componenti
401	Barracks (SW)	Caserma (SO)	Sect. 2.2.1	Fig. 5	ED-00228-4P, Sheet 4 of 5	Table B.1
406	Barracks (SE)	Caserma (SE)	Sect. 2.2.1	Fig. 6	EF-00228-4P, Sheet 4 of 5	Table B.2

Table 1

Tabella 1

Bldg. No. Edificio n°	Building Function	Funzione dell'edificio	System Description Descrizione dell'impianto	Flow Sheet Diagramma schematico	Blueprint Cianografia	Component Descriptions Descrizioni dei componenti
409	Barracks (NE)	Caserma (NE)	Sect. 2.2.1	Fig. 7	ED-00230-4P, Sheet 4 of 5	Table B.3
412	Barracks (NW)	Caserma (NO)	Sect. 2.2.1	Fig. 8	ED-00231-4P, Sheet 4 of 5	Table B.4
689	Shower Building (Campground)	Docce (accampamento)	Sect. 2.2.2	Fig. 10	CM-0046-5P, Sheet 15 of 20	Table B.5
701	Carabinieri/AAFES Maintenance Shop	Carabinieri/Officina di manutenzione AAFES	Sect. 2.2.3	Fig. 13	PC-00003-5, Sheet 8 of 9	Table B.6
702	Maintenance Shop (Motor Pool)	Officina di manutenzione (parco automezzi)	Sect. 2.2.5	Fig. 19	LV-DB-0070-82, Sheet 8 of 27	Table B.7
723	Italian Restaurant	Ristorante Italiano	Sect. 2.2.1	Fig. 9	LV-DB-0081-82, Sheet 5 of 11	Table B.8
771	Post Office	Ufficio Postale	Sect. 2.2.3	Fig. 14	LV-DB-0091-82, Sheet 5 of 8	Table B.9
824	Latrine and Shower Building	Docce e gabinetti	Sect. 2.2.4	Fig. 18	EF-00218-2P, Sheet 7 of 11	Table B.10

Tabella 1

Bldg. No. Edificio n°	Building Function	Funzione dell'edificio	System Description Descrizione dell'impianto	Flow Sheet Diagramma schematico	Blueprint Cianografia	Component Descriptions Descrizioni dei componenti
829	Change House	Change House	Sect. 2.2.5	Fig. 20	I-DB-0043-81, Sheet 1 of 1	Table B.11
836	Sea Pines Administration/General Purpose	Sea Pines - Amministrazione/Usi generali	Sect. 2.2.5	Fig. 21	None available	Table B.12
5023	NSE/167 th Motor Pool	NSE/Parco automezzi del 167 ^o	Sect. 2.2.3	Fig. 15	LV-DB-0081-82, Sheet 3 of 11	Table B.13
5130	509 th Headquarters	Quartier generale del 509 ^o	Sect. 2.2.3	Fig. 16	LV-DB-0066-82, Sheet 5 of 11	Table B.14
5140	DEH Shops	Officine DEH	Sect. 2.2.2	Fig. 11	ES-00343-6P, Sheet 5 of 7	Table B.15
5141	DEH Shops	Officine DEH	Sect. 2.2.2	Fig. 12	ES-00344-6P, Sheet 7 of 8	Table B.16
5150	Shop 1	Officina 1	Sect. 2.2.7	Fig. 22	LV-DB-0016-83, Sheet 6 of 9	Table B.17
5164	DEH Maintenance Shop	Officina di manutenzione DEH	Sect. 2.2.3	Fig. 17	LV-DB-0091-82, Sheet 2 of 8	Table B.18

Table 1

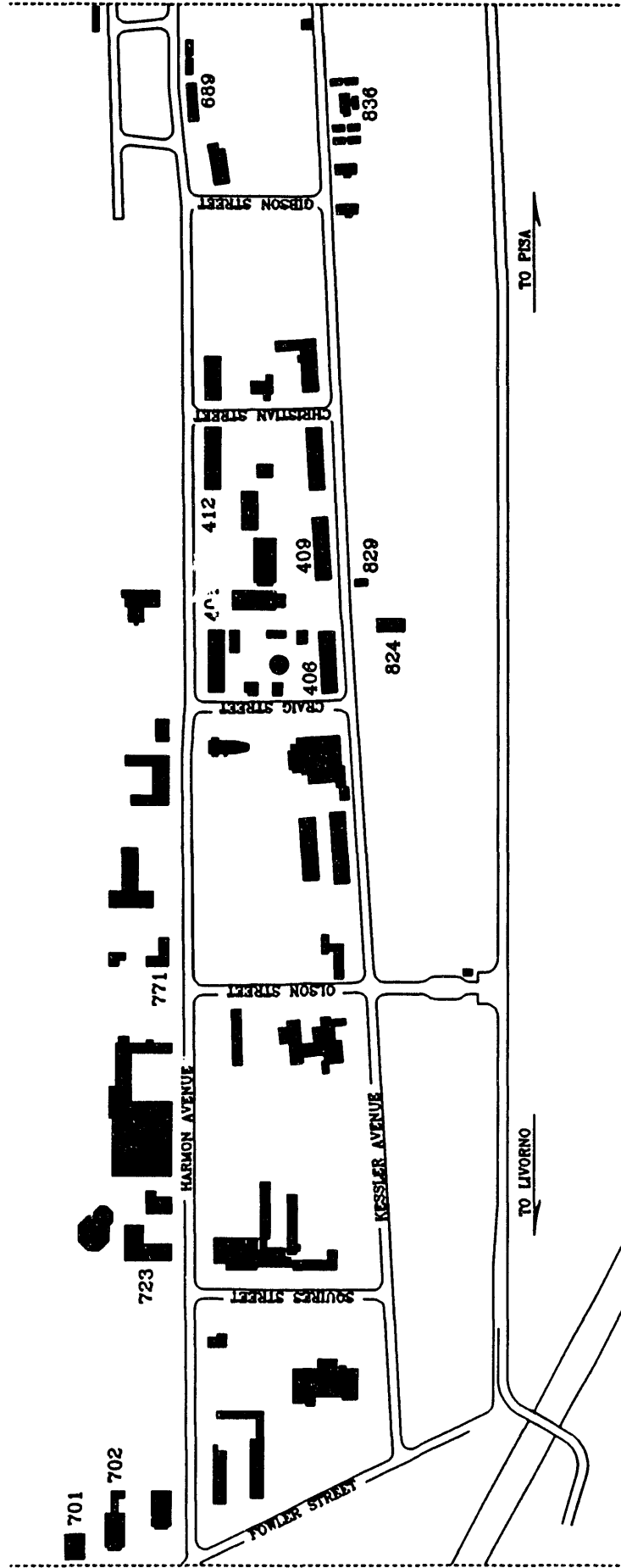


Fig. 2. Location of SDHW systems at Camp Darby.

Figura 2. Ubicazione degli impianti SDHW di Camp Darby.

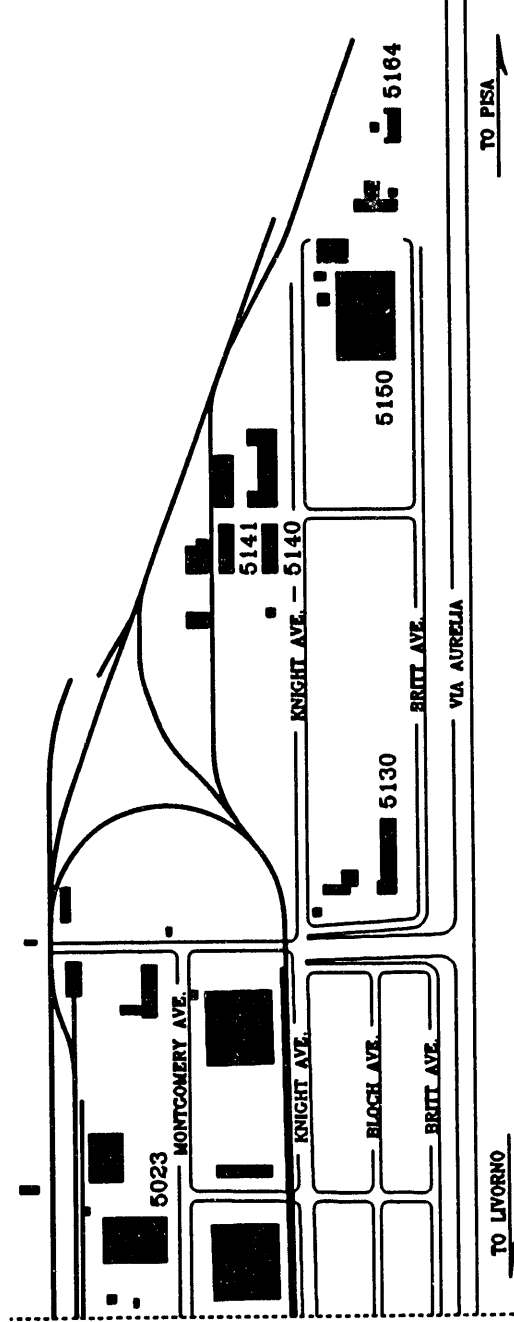


Fig. 3. Location of SDHW systems at Leghorn Depot.

Figura 3. Ubicazione degli impianti SDHW del Deposito di Livorno.

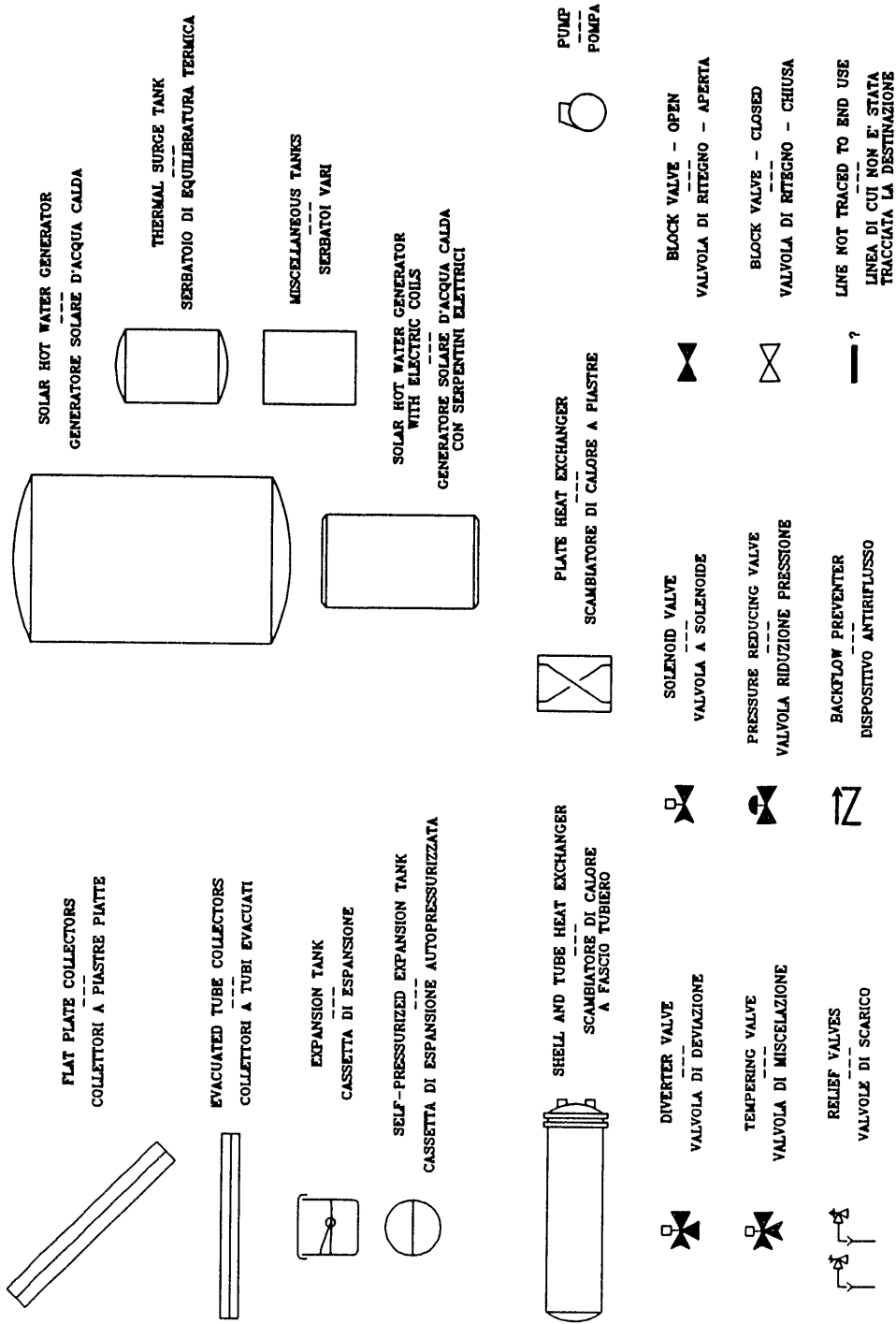


Fig. 4. Key to equipment appearing in SDHW flow diagrams.

Figura 4. Chiave di lettura dei componenti inclusi nei diagrammi schematici degli impianti.

2.2.1 Large SDHW Systems -- Bldgs. 401, 406, 409, 412, and 723

The large SDHW systems installed in the four barracks (Bldgs. 401, 406, 409, and 412) as well as the system installed in the Italian Restaurant share many features in common. The system in Bldg. 401 will be described first and will serve as a basis for abbreviated descriptions of the other systems which will highlight differences between those SDHW systems and that system installed in Bldg. 401.

Bldg. 401—Barracks

The flow sheet for Bldg. 401 is shown in Fig. 5. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.1.

Primary components and features include a closed-loop system consisting of 48 flat plate collectors (Component 1) and one 5000-liter solar hot water generator (Component 2). A solar fluid expansion tank (Component 3) is provided on the roof near the collectors. Forced circulation of the solar fluid is provided by one operating pump with one spare (Component 4) for backup. The fluid flows upward through the collectors. Temperature sensors provide signals to a differential temperature controller.

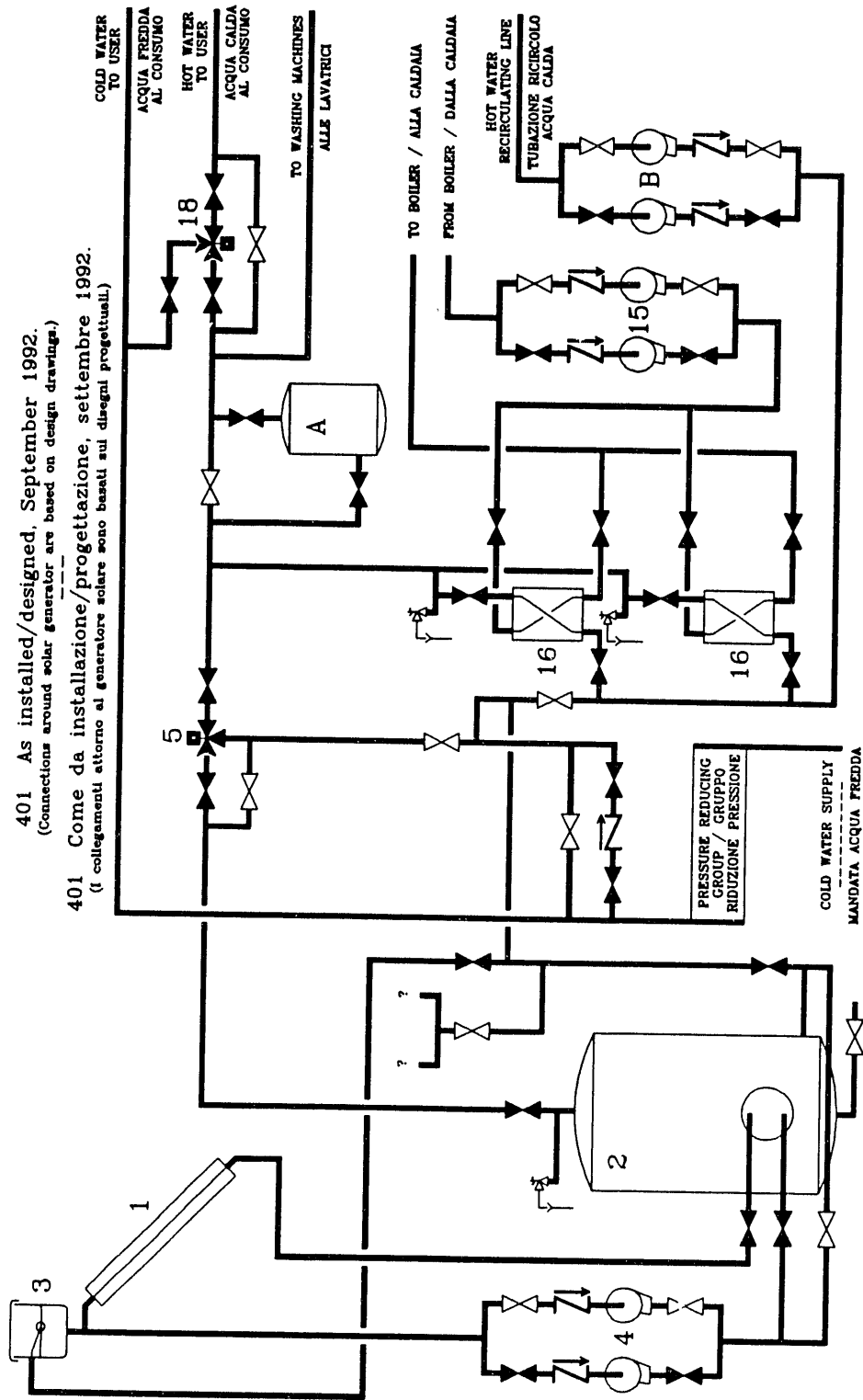
2.2.1 Grandi impianti SDHW — Edifici 401, 406, 409, 412 e 723

I grandi impianti SDHW installati nelle quattro caserme (edifici 401, 406, 409 e 412), come pure il sistema installato nel Ristorante Italiano hanno svariate caratteristiche in comune. L'impianto dell'edificio 401 viene esaminato per primo e serve da riferimento per le descrizioni sintetiche degli altri sistemi, le quali evidenziano le differenze di questi ultimi rispetto all'impianto dell'edificio 401.

Edificio 401—Caserma

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 401 è illustrato nella Figura 5. Un elenco dettagliato dei componenti è presentato nell'Appendice B, Tabella B.1.

I componenti e le caratteristiche principali comprendono un sistema a circuito chiuso composto da 48 collettori a piastre piatte (Componente 1) ed un generatore solare d'acqua calda da 5.000 litri (Componente 2). Una cassetta di espansione del fluido termovettore (Componente 3) è situata sul tetto, in prossimità dei collettori. La circolazione forzata del fluido termovettore è effettuata da una pompa funzionante, con una pompa di riserva (Componente 4). Il fluido scorre verso l'alto attraverso i collettori. I sensori della temperatura inviano segnali al regolatore della temperatura differenziale.



401 As installed/designed, September 1992.
(Connections around solar generator are based on design drawings.)

401 Come da installazione/progettazione, settembre 1992.
(I collegamenti attorno al generatore solare sono basati sui disegni progettuali.)

Fig. 5. Solar system schematic for Bldg. 401—B1 tracks.

Figura 5. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 401—Caserma.

A diverter valve (Component 5) was originally installed to divert potable water to heat exchangers (Component 16) for further heating when the water temperature from the storage tank (Component 2) is too cool; however, the current configuration for cold water feed, as illustrated in Fig. 5, makes this operation impossible. Nevertheless, a recirculating hot water line circulates water through the heat exchanger (Component 16) and provides for additional heating of potable water. Circulation is provided by one operating pump and one spare for backup (Component B). Water that is made too hot by either the solar generator or heat exchangers is tempered by the temperature regulating set (Component 18) before delivery to the customer. In order to stabilize the operation of the temperature regulating set, a thermal surge tank (Component A) has been added ahead of the set to even out temperature variations in the hot water flowing from the solar generator or heat exchangers. The hot water recirculating line branches from the main potable hot water line before the temperature regulating set, providing untempered water for the washing machines.

The heating source to back up solar energy collection is an oil-fired domestic hot water boiler that heats the water via the plate heat exchangers (Component 16).

Una valvola di deviazione (Componente 5) era stata installata originariamente per instradare l'acqua potabile agli scambiatori (Componente 16) di calore in modo da riscaldarla ulteriormente quando la temperatura dell'acqua dell'accumulatore (Componente 2) diventa troppo fredda. Tuttavia, l'attuale configurazione della mandata dell'acqua fredda, come illustrato dalla Figura 5, rende l'operazione impossibile. Ciò nonostante, una tubazione di ricircolazione dell'acqua calda fa circolare l'acqua attraverso lo scambiatore (Componente 16) ed assicura l'ulteriore riscaldamento dell'acqua potabile. La circolazione viene effettuata da una pompa funzionante e da un'altra di riserva (Componente B). L'acqua resa troppo calda dal generatore solare o dagli scambiatori di calore viene raffreddata dal gruppo di regolazione della temperatura (Componente 18) prima di essere erogata all'utente. Per stabilizzare il funzionamento del gruppo di regolazione della temperatura, è stato aggiunto un serbatoio di equilibratura termica (Componente A) a valle del gruppo stesso, in modo da equilibrare le variazioni di temperatura del flusso d'acqua calda proveniente dal generatore solare o dagli scambiatori di calore. La tubatura di ricircolazione dell'acqua calda si dirama dalla linea principale dell'acqua calda sanitaria a monte del gruppo di regolazione della temperatura, fornendo acqua non raffreddata alle lavatrici.

La fonte di riscaldamento di riserva in caso di captazione solare insufficiente è costituita da una caldaia per acqua calda con bruciatore a gasolio che riscalda l'acqua per mezzo di scambiatori di calore a piastre (Componente 16).

Care must be taken in draining this specific system to avoid contamination of the potable water system with antifreeze solution because the solar collector fluid loop must be drained through the solar generator tank. (Note that this observation is based on the original blueprint for the Bldg. 401 SDHW system since piping around the tank was dismantled at the time of the September 1992 site visit. Other barracks systems, as installed, do not have this connection.)

Bldg. 406—Barracks

The flow sheet for Bldg. 406 is shown in Fig. 6. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.2.

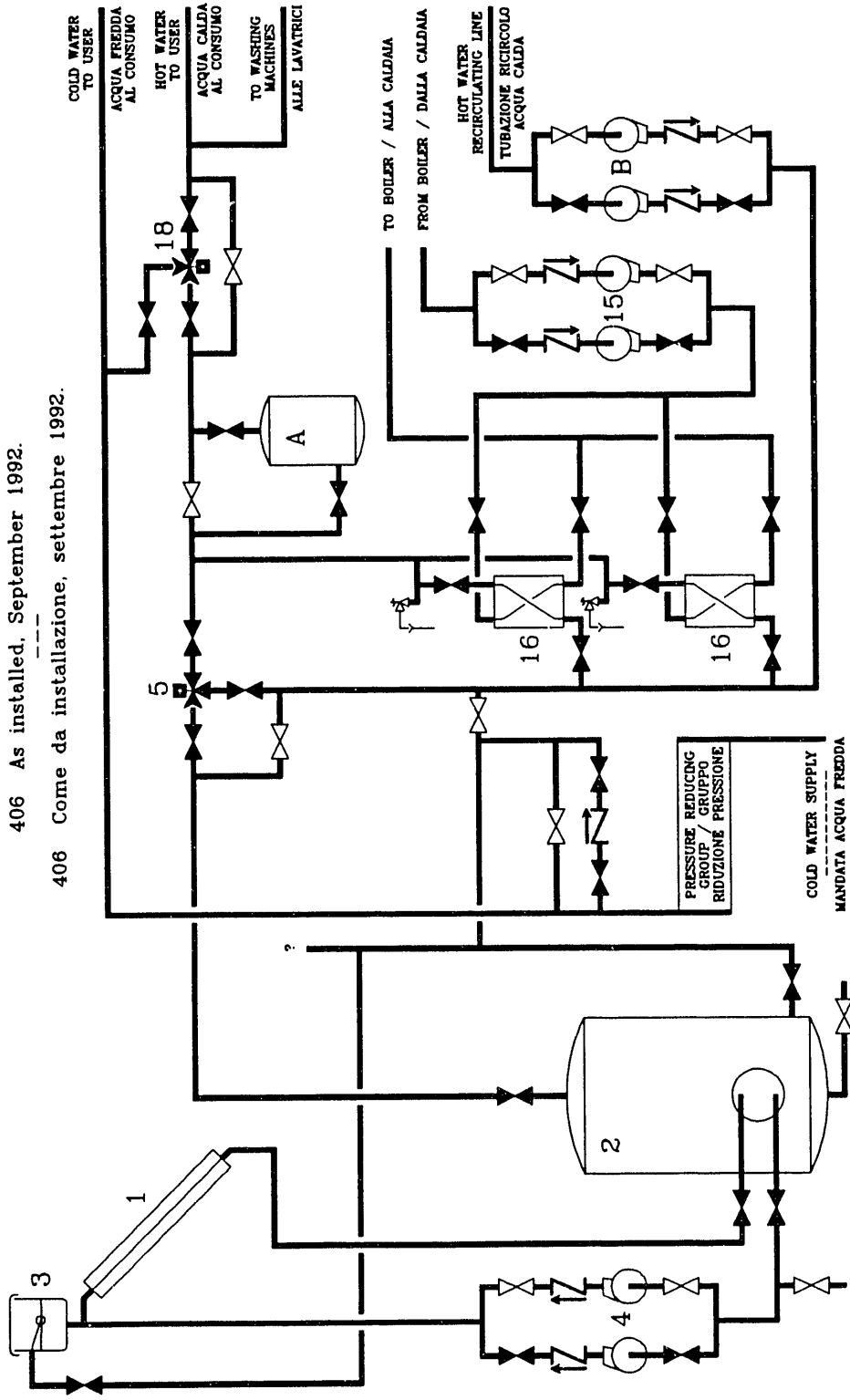
The SDHW system in Bldg. 406 is quite similar to that installed in Bldg. 401. In this system, however, the solar fluid circulating pumps (Component 4) are installed to provide downward flow through the collectors. The configuration of the cold water supply piping permits operation of the diverting valve (Component 5) in its intended manner. The diverting valve also has adequate isolation and bypass valves so that it can be bypassed, if need be, without shutting down flow through the solar generator. The hot water recirculating line branches from the potable hot water line after the temperature regulating set (Component 18), providing tempered hot water to washing machines.

Questo impianto specifico va scaricato con cautela, al fine di evitare la contaminazione dell'impianto di acqua potabile da parte della soluzione anticongelante, visto che il circuito del fluido termovettore deve essere scaricato attraverso l'accumulatore termico del generatore solare. (Si noti come questa osservazione sia basata sulla cianografia originale dell'impianto SDHW dell'edificio 401, visto che le tubazioni attorno al serbatoio erano state smantellate all'epoca del sopralluogo del settembre '92. Gli altri impianti installati nelle caserme non dispongono di questo collegamento).

Edificio 406—Caserma

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 406 è illustrato nella Figura 6. L'elenco particolareggiato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.2.

L'impianto SDHW dell'edificio 406 è molto simile a quello installato nell'edificio 401. Tuttavia, in questo sistema, le pompe di circolazione del fluido termovettore (Componente 4) sono installate in modo da produrre un flusso verso il basso attraverso i collettori. La configurazione della tubatura di mandata dell'acqua fredda permette il funzionamento della valvola di deviazione (Componente 5) esattamente come previsto. La valvola di deviazione è dotata inoltre di rubinetti di arresto e valvole di bypass adeguati, permettendone l'eventuale esclusione senza arrestare il flusso attraverso il generatore solare. La linea di ricircolazione dell'acqua calda si dirama dalla tubazione dell'acqua calda sanitaria 2 valle del



406 As installed, September 1992.

406 Come da installazione, settembre 1992.

Fig. 6. Solar system schematic for Bldg. 406—Barracks.

Figura 6. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 406—Caserma.

gruppo di regolazione della temperatura (Componente 18), fornendo acqua calda miscelata alle lavatrici.

Bldg. 409—Barracks

The flow sheet for Bldg. 409 is shown in Fig. 7. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.3.

This SDHW system is virtually identical to that system installed in Bldg. 406 except that the solar fluid circulating pumps (Component 4) provide upflow through the solar panels (Component 1) and the hot water recirculating line branches from the potable hot water line before the temperature regulating set (Component 18), providing untempered water to washing machines.

Bldg. 412—Barracks

The flow sheet for Bldg. 412, which is shown in Fig. 8, is based on the original blueprint. (All components of the domestic hot water and building heating systems in the utility equipment rooms of Bldg. 412 were dismantled during the September 1992 site visit due to building renovation.) A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.4.

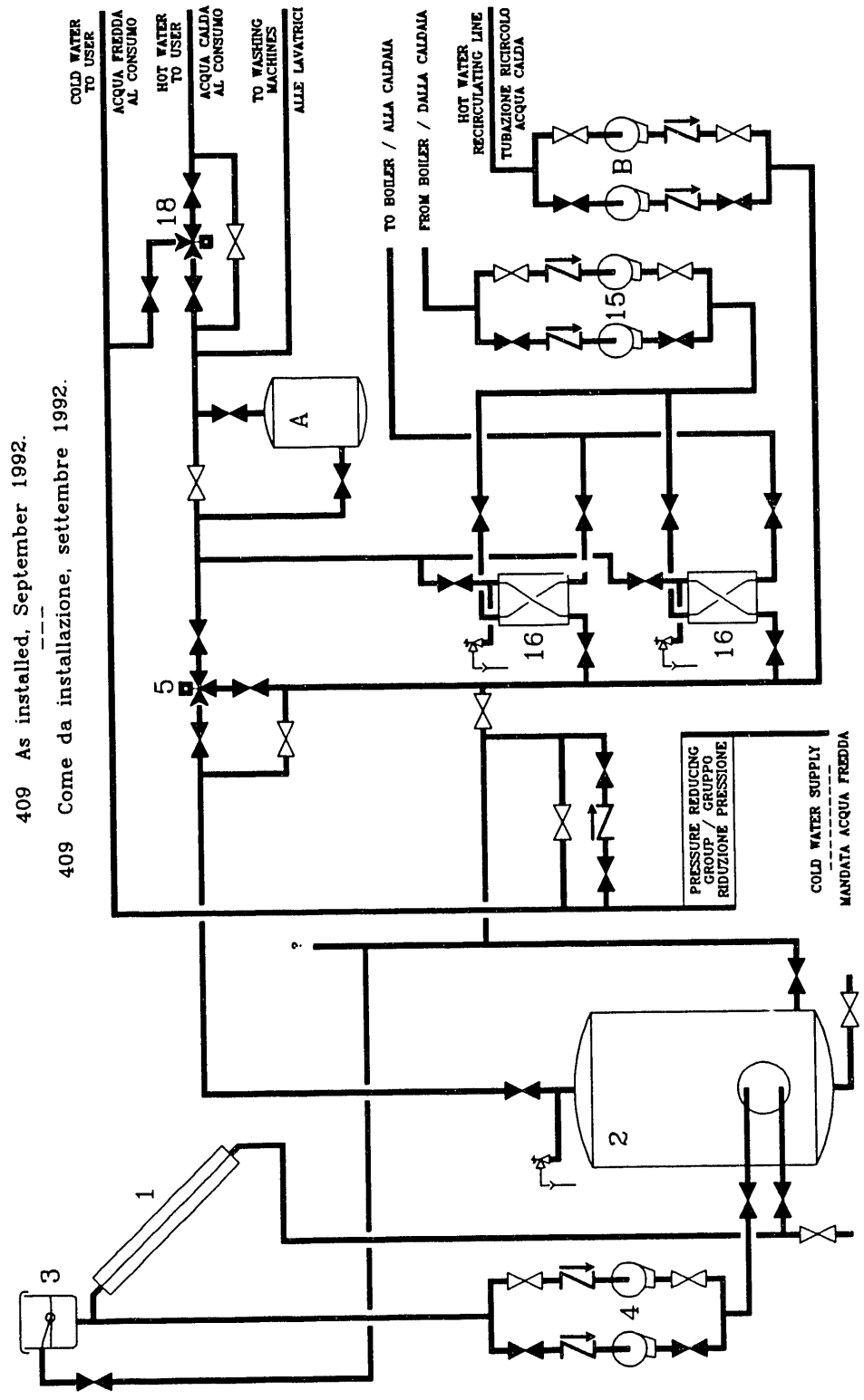
Edificio 409—Caserma

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 409 è illustrato nella Figura 7. L'elenco particolareggiato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.3.

L'impianto SDHW è praticamente identico a quello dell'edificio 406, eccetto per quanto concerne le pompe di circolazione del fluido termovettore (Componente 4), le quali producono un flusso verso l'alto attraverso i pannelli solari (Componente 1), e la diramazione della tubatura di ricircolazione dell'acqua calda posta a monte del gruppo di regolazione della temperatura (Componente 18), che fornisce acqua calda non miscelata alle lavatrici.

Edificio 412—Caserma

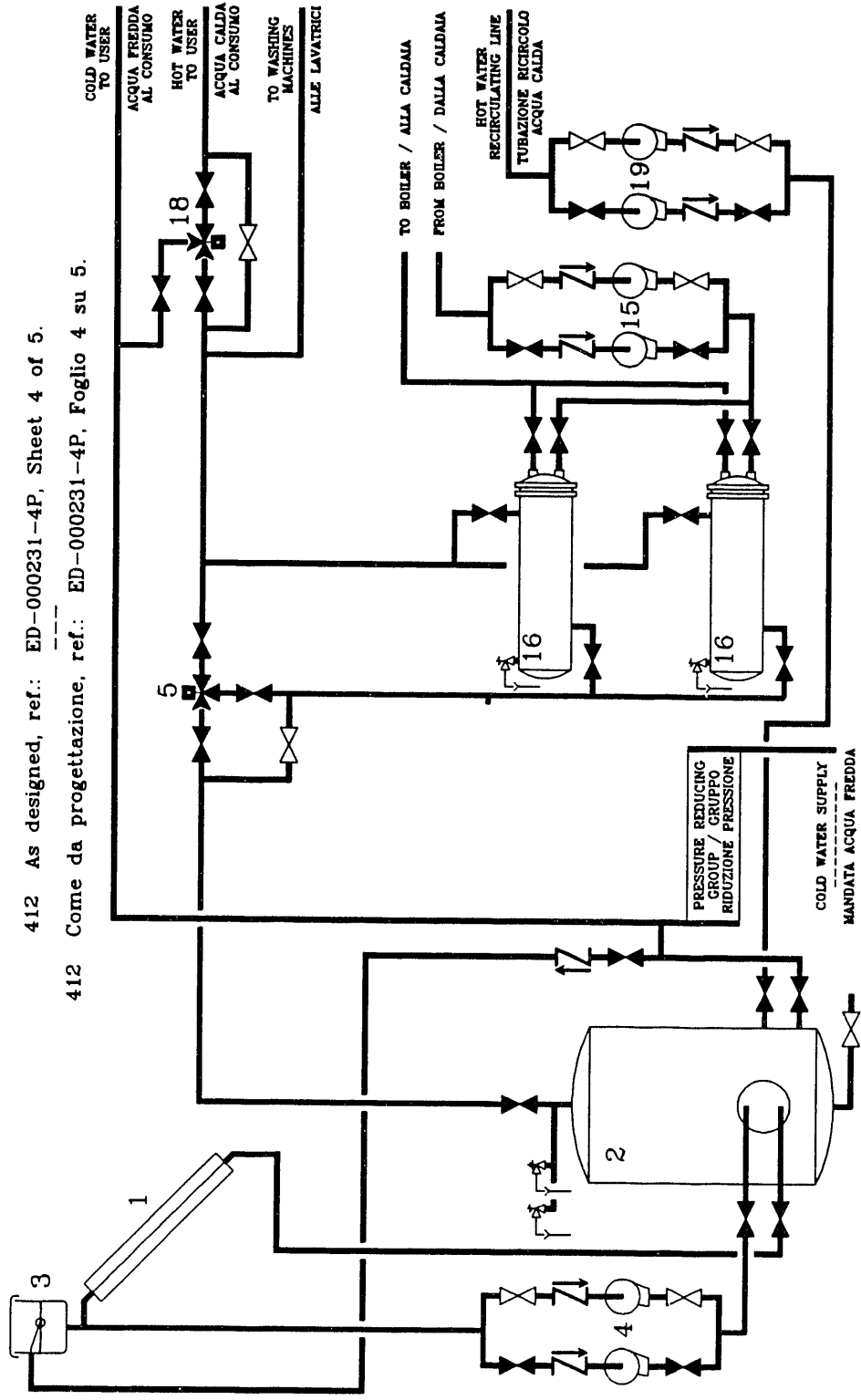
Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 412 illustrato nella Figura 8 è basato sulla cianografia originale. (Tutti i componenti dell'impianto di acqua calda sanitaria e di riscaldamento dell'edificio posti nella sala caldaie dell'edificio 412 erano smantellati all'epoca del sopralluogo del settembre 1992, a causa del riatto dello stabile). L'elenco dettagliato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.4.



409 As installed, September 1992.
409 Come da installazione, settembre 1992.

Fig. 7. Solar system schematic for Bldg. 409—Barracks.

Figura 7. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 409—Caserma.



412 As designed, ref.: ED-000231-4P, Sheet 4 of 5.

412 Come da progettazione, ref.: ED-000231-4P, Foglio 4 su 5.

Fig. 8. Solar system schematic for Bldg. 412—Barracks.

Figura 8. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 412—Caserma.

The flow sheet presented for this system reflects several characteristics of the original barracks SDHW systems. Specifically, these features include shell and tube heat exchangers (Component 16), which have been replaced in the other barracks by plate exchangers, and the lack of a thermal surge tank.

Differences between this system (as designed) and the other barracks systems (as installed) are as follows. In this system, solar collector fluid flows upward through the solar panels (Component 1). There is no bypass around the solar generator. The hot water recirculating line branches from the potable hot water line before the temperature regulating set (Component 18), providing untempered hot water to washing machines. This recirculating line returns to the solar generator (Component 2) rather than to the heat exchangers (Component 16) as in the other systems. This routing of the recirculating line results in less efficient collection of solar energy.

Bldg. 723—Italian Restaurant

The flow sheet for Bldg. 723, which is shown in Fig. 9, is based on the original blueprint. (This system was not inspected during the September 1992 site visit; this system is scheduled for renovation.) A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.8.

Il diagramma schematico di questo impianto riflette svariare caratteristiche del sistema SDHW originale della caserma. Nello specifico, tali caratteristiche comprendono la presenza di scambiatori di calore a fascio tubiero (Componente 16), sostituiti in tutte le altre caserme da scambiatori a piastre, e l'assenza del serbatoio di equilibratura termica.

Le differenze tra questo impianto (progettato) e quelli delle altre caserme (installati) sono elencate qui di seguito. In questo sistema, il fluido termovettore fluisce verso l'alto attraverso o pannelli solari (Componente 1). Non esiste l'esclusione di bypass del generatore solare. La linea di ricircolazione dell'acqua calda si dirama dalla tubazione di acqua calda sanitaria a monte del gruppo di regolazione della temperatura (Componente 18), fornendo acqua non miscelata alle lavatrici. Tale tubazione di ricircolazione ritorna al generatore solare (Componente 2) invece che agli scambiatori di calore (Componente 16), come nel caso degli altri impianti. Questo instradamento della linea di ricircolazione produce una captazione meno efficiente dell'energia solare.

Edificio 723—Ristorante Italiano

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 723, che è illustrato nella Figura 9, è basato sulla cianografia originale. (Questo sistema non è stato ispezionato durante la visita del settembre 1992 e ne è previsto il rinnovo). L'elenco dettagliato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.8.

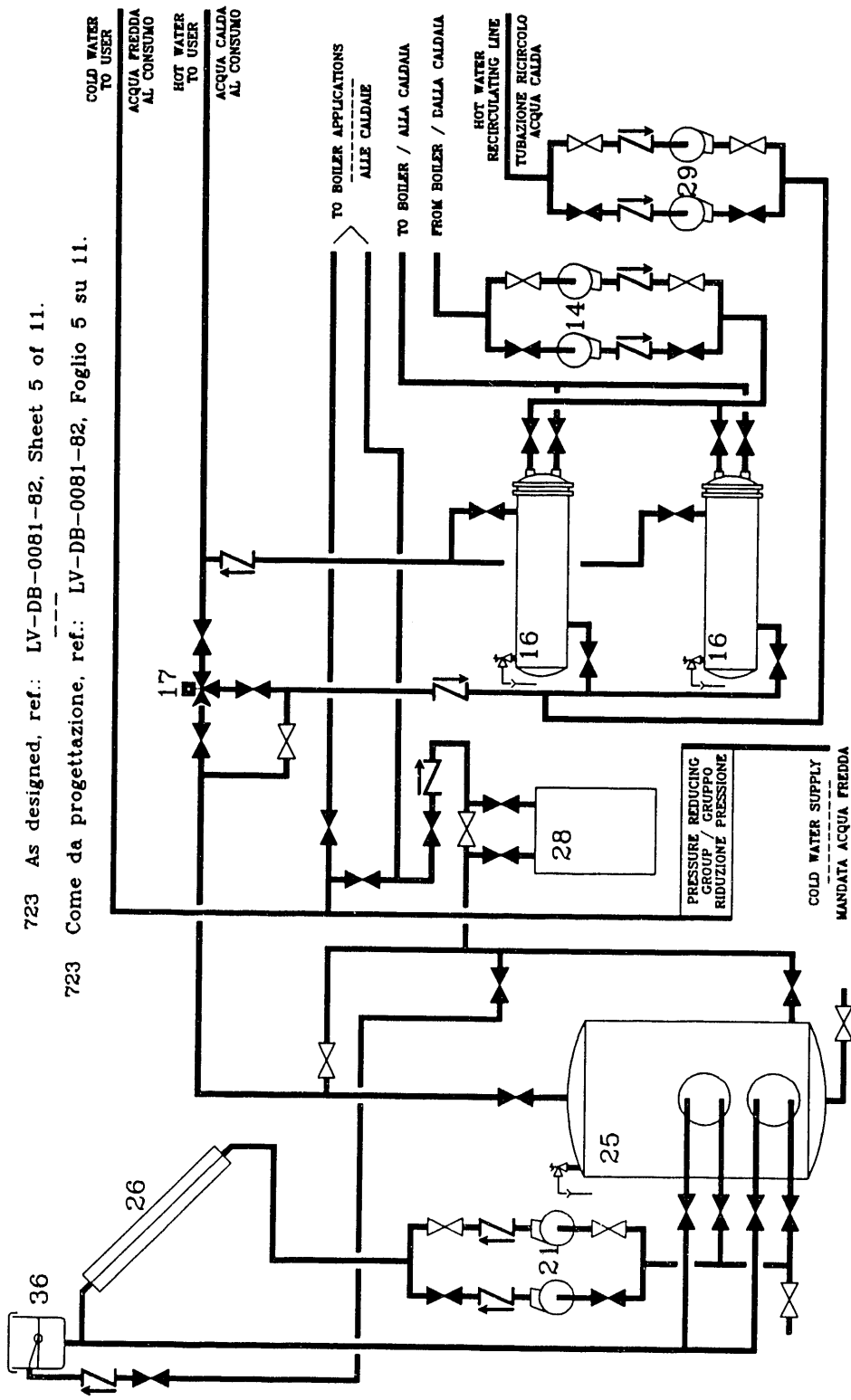


Fig. 9. Solar system schematic for Bldg. 723—Italian Restaurant.

Figura 9. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 723—Ristorante Italiano.

The flow sheet for the SDHW system in the Italian Restaurant reflects many elements of the barracks systems such as shell and tube exchangers (Component 16), similar to those originally utilized in the barracks, and a hot water recirculating line to these exchangers. This system, however, lacks a thermal surge tank and the potable hot water is untempered. The solar generator (Component 25) features dual in-tank exchangers, and the solar collector fluid circulating pumps (Component 21) provide upflow through the solar panels (Component 26). This system also has a water softener (Component 28) installed on the cold water supply line to the solar generator.

Il diagramma schematico dell'impianto SDHW del Ristorante Italiano riflette svariati elementi degli impianti delle caserme, ad esempio scambiatori di calore a fascio tubiero (Componente 16), simili a quelli usati originariamente nelle caserme, ed una tubazione di ricircolazione dell'acqua calda collegata a tali scambiatori. Tuttavia, questo sistema è privo di un serbatoio di equilibratura termica e l'acqua calda sanitaria non è miscelata. Il generatore solare (Componente 25) fornisce ha come caratteristici due scambiatori nella cisterna interna, e le pompe collettore di circolazione di fluido un flusso verso l'alto attraverso i pannelli solari (Componente 26). L'impianto è munito anche di un addolcitore (Componente 28) installato sulla tubazione di mandata dell'acqua fredda al generatore solare.

2.2.2 Dual Tank SDHW Systems -- Bldgs. 689, 5140, and 5141

The SDHW systems installed in Bldgs. 689, 5140, and 5141 feature routing of solar energy to one of two tanks. In the system of Bldg. 689, potable hot water that has been heated in a plate heat exchanger is routed to either of two tanks based on its temperature, whereas the solar collector fluid is routed to in-tank exchangers of one or the other of two tanks in Bldgs. 5140 and 5141 based on the temperature of the solar fluid. Another feature unique to the SDHW systems installed in Bldgs. 5140 and 5141 is the incorporation of evacuated tube collectors which are more efficient than the flat plate collectors utilized on the other SDHW systems.

2.2.2 Impianti SDHW a due accumulatori -- Edifici 689, 5140 e 5141

Gli impianti SDHW degli edifici 689, 5140 e 5141 sono caratterizzati dall'instradamento dell'energia solare ad uno dei due accumulatori. Nel sistema dell'edificio 689, l'acqua calda sanitaria riscaldata in uno scambiatore di calore a piastre viene diretta ad uno dei due accumulatori, a seconda della temperatura di quest'ultimi, mentre il fluido termovettore viene instradato agli scambiatori di calore posti nei due accumulatori termici degli edifici 5140 o 5141, a seconda della temperatura del fluido termovettore stesso. Un'altra caratteristica esclusiva degli impianti SDHW installati negli edifici 5140 e 5141 è costituita dall'incorporazione di collettori a tubi

evacuati, i quali sono molto più efficienti dei collettori a piastre piatte utilizzati negli altri impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria.

Bldg. 689—Shower Building (Campground)

The flow sheet for Bldg. 689 is shown in Fig. 10. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.5.

The solar fluid flows upward through the solar collectors (Component 19), then downward past a pressure relief valve and a self-pressurized expansion tank (Component 26). The solar fluid flows to a pair (one spare and one operating) of circulating pumps (Component 14). From the pumps the solar fluid flows through a plate heat exchanger (Component 24), which transfers heat from the solar fluid to the potable water, and then back to the collectors.

Two 2000-liter solar storage tanks (Components 20 and 23) are provided. Water from the bottom of these tanks flows to a pair (one spare and one operating) of circulating pumps (Component 15) and onward through the plate heat exchanger (Component 24) to a diverter valve (Component 21). The hot water is diverted to the 2000-liter solar storage tank (Component 20) if below user temperature or to the top of the domestic hot water generator

Edificio 689—Docce (accampamento)

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 689 è illustrato nella Figura 10. Per l'elenco particolareggiato dei componenti, vedere l'Appendice B, Tabella B.5.

Il fluido termovettore scorre verso l'alto attraverso i collettori solari (Componente 19) e poi verso il basso al di là di una valvola di sicurezza e della cassetta di espansione autopressurizzata (Componente 26). Il fluido termovettore viene messo in circolo da una coppia di pompe (una di riserva ed una in funzione) (Componente 14). Le pompe di circolazione inviano il fluido termovettore ad uno scambiatore di calore a piastre (Componente 24), trasferendo il calore dal fluido all'acqua potabile, e poi di nuovo ai collettori.

I serbatoi da 2000 litri (Componenti 20 e 23) fungono da accumulatori. L'acqua sul fondo di questi serbatoi fluisce ad una coppia di pompe di circolazione (una in funzione ed una di riserva) (Componente 15) e poi passa attraverso uno scambiatore di calore a piastre (Componente 24) fino a raggiungere una valvola di deviazione (Componente 21). Se l'acqua calda non raggiunge la temperatura di utilizzo, viene deviata all'accumulatore da 2000 litri

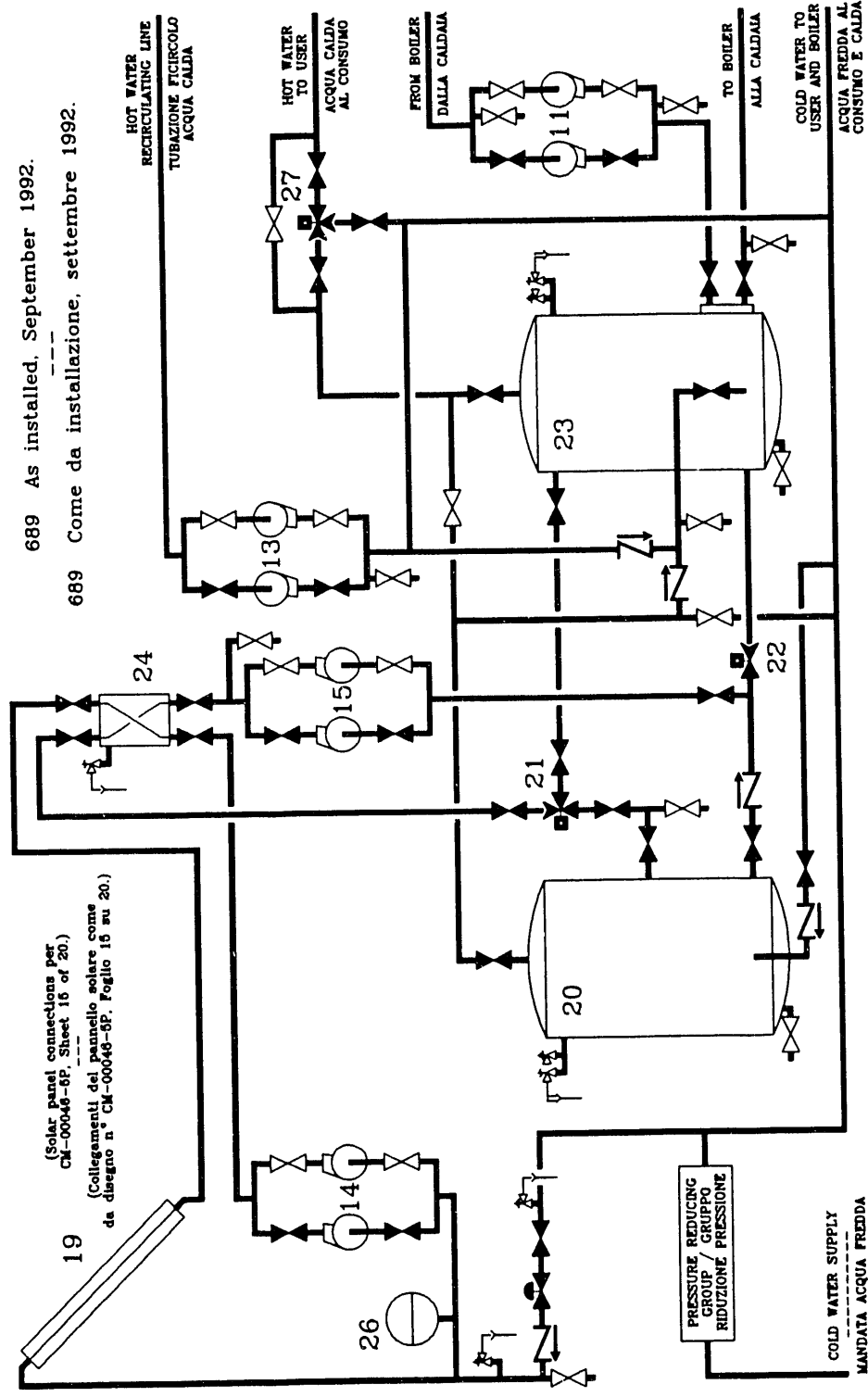


Fig. 10. Solar system schematic for Bldg. 689—Shower Building (Campground).

Figura 10. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 689—Docce (accampamento).

(Component 23) if hot enough for the user. An internal heat exchanger in the base of the domestic hot water generator supplies heat from the oil-fired hot water boiler, which also supplies building space heat. The solenoid valve (Component 22) is opened when solar heated water is diverted to the top of the domestic hot water generator and water for recirculation comes from the bottom of the domestic hot water generator.

An electronic panel has sensor inputs for water temperature at the solar collector, bottom of the solar storage tank, and top and bottom of the domestic hot water generator. This controller operates the diverter valve (Component 21) and solenoid valve (Component 22).

A temperature regulating set (Component 27) as previously discussed for other systems is provided. Instant hot water is provided to the user by a potable hot water circuit through the user stations back to the bottom of the domestic hot water generator. Pumps (Component 13), one operating and one spare, provide this recirculation.

(Component 20). In caso contrario, viene deviata nella parte superiore del generatore di acqua calda (Componente 23). Uno scambiatore di calore interno, installato nella base del generatore di acqua calda, emette il calore prodotto dalla caldaia a gasolio che riscalda anche gli ambienti dell'edificio. La valvola a solenoide (Componente 22) viene aperta quando l'acqua riscaldata dall'energia solare viene deviata al riscaldatore dell'acqua calda sanitaria e l'acqua da ricircolare proviene dalla parte inferiore del riscaldatore stesso.

Il quadro elettronico riceve gli input dei sensori indicanti la temperatura dell'acqua nel collettore solare, del fondo dell'accumulatore e della parte superiore ed inferiore del generatore di acqua calda. Questo regolatore opera la valvola di deviazione (Componente 21) e la valvola a solenoide (Componente 22).

L'impianto è munito di un gruppo di regolazione della temperatura (Componente 27), come discusso in precedenza per altri sistemi. Acqua calda istantanea viene erogata all'utente da un circuito dell'acqua calda sanitaria tramite i punti di consumo e ritorna nella parte inferiore del generatore di acqua calda. Due pompe (Componente 13), una in funzione ed una di riserva, provvedono a questa ricircolazione.

*Bldg. 5140—DEH Shops**Edifici 5140—Officine DEH*

The flow sheet for Bldg. 5140 is shown in Fig. 11. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.15.

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5140 è illustrato nella Figura 11. L'elenco particolareggiato dei componenti è fornito nell'Appendice B, Tabella B.15.

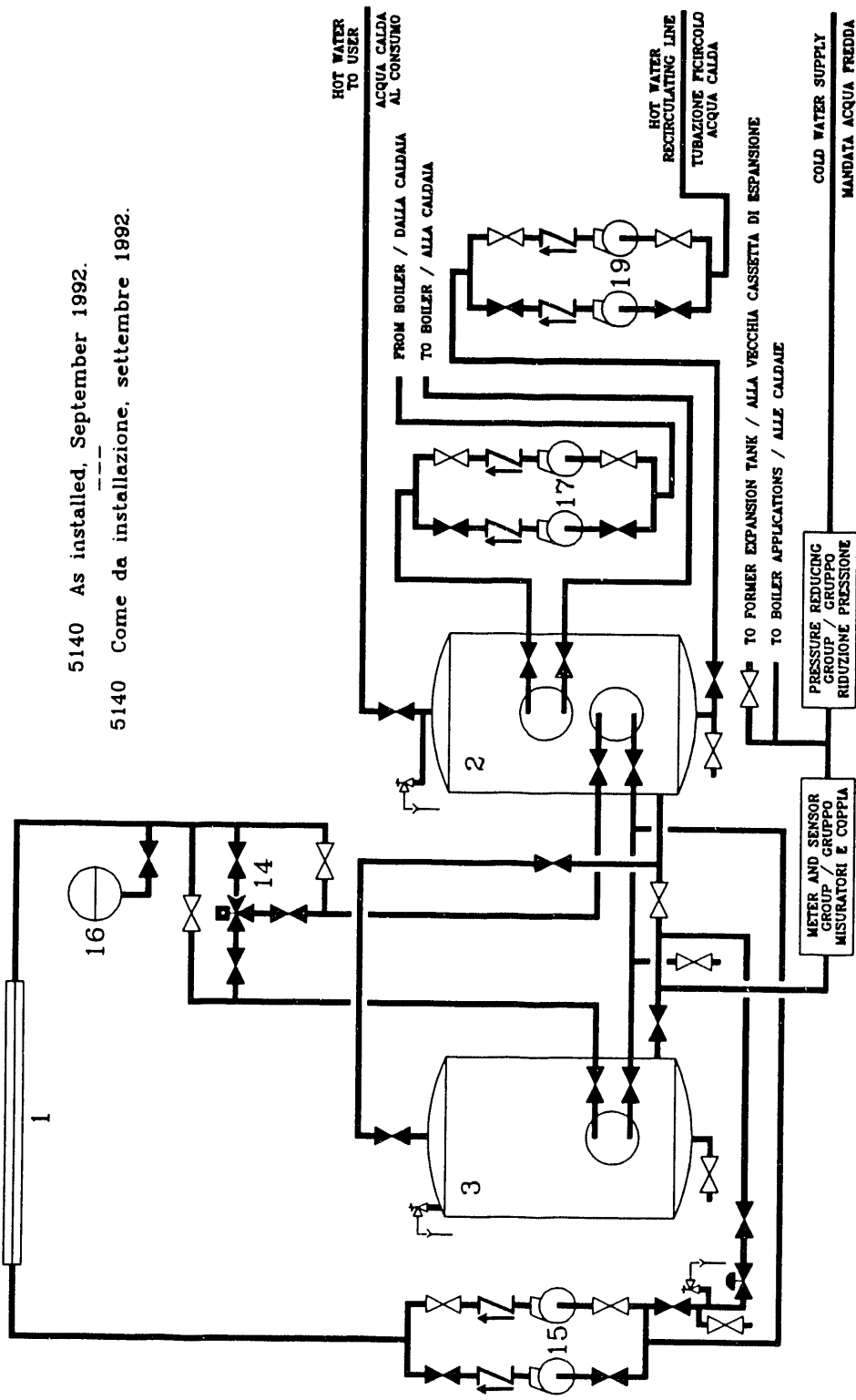
Pumps (Component 15) provide circulation of solar fluid through solar collectors (Component 1), past a self-pressurized expansion tank (Component 16), to a diverter valve. If the solar fluid is hot enough, it goes directly to the solar hot water generator (Component 2) which has both a solar coil and an oil-fired boiler coil. If cooler, it goes to an upstream solar hot water generator (Component 3) without a boiler coil. The diverter valve (Component 14) is controlled by a two-position temperature differential controller. Potable hot water circulated past users is returned to the hot water generator (Component 2).

Le pompe (Componente 15) creano una circolazione del fluido termovettore attraverso i collettori solari (Componente 1), la cassetta di espansione autopressurizzata (Componente 16) e poi attraverso la valvola di deviazione. Se il fluido termovettore è sufficientemente caldo, passa direttamente al generatore solare d'acqua calda (Componente 2), dotato sia di un serpentino solare che di un serpentino di caldaia a gasolio. Se l'acqua non è sufficientemente calda, viene trasferita ad un generatore solare d'acqua calda a monte (Componente 3), privo di serpentino di caldaia a gasolio. La valvola di deviazione (Componente 14) è controllata da un regolatore a due posizioni della temperatura differenziale. L'acqua calda sanitaria non utilizzata dagli utenti ritorna al generatore d'acqua calda (Componente 2).

*Bldg. 5141—DEH Shops**Edificio 5141—Officine DEH*

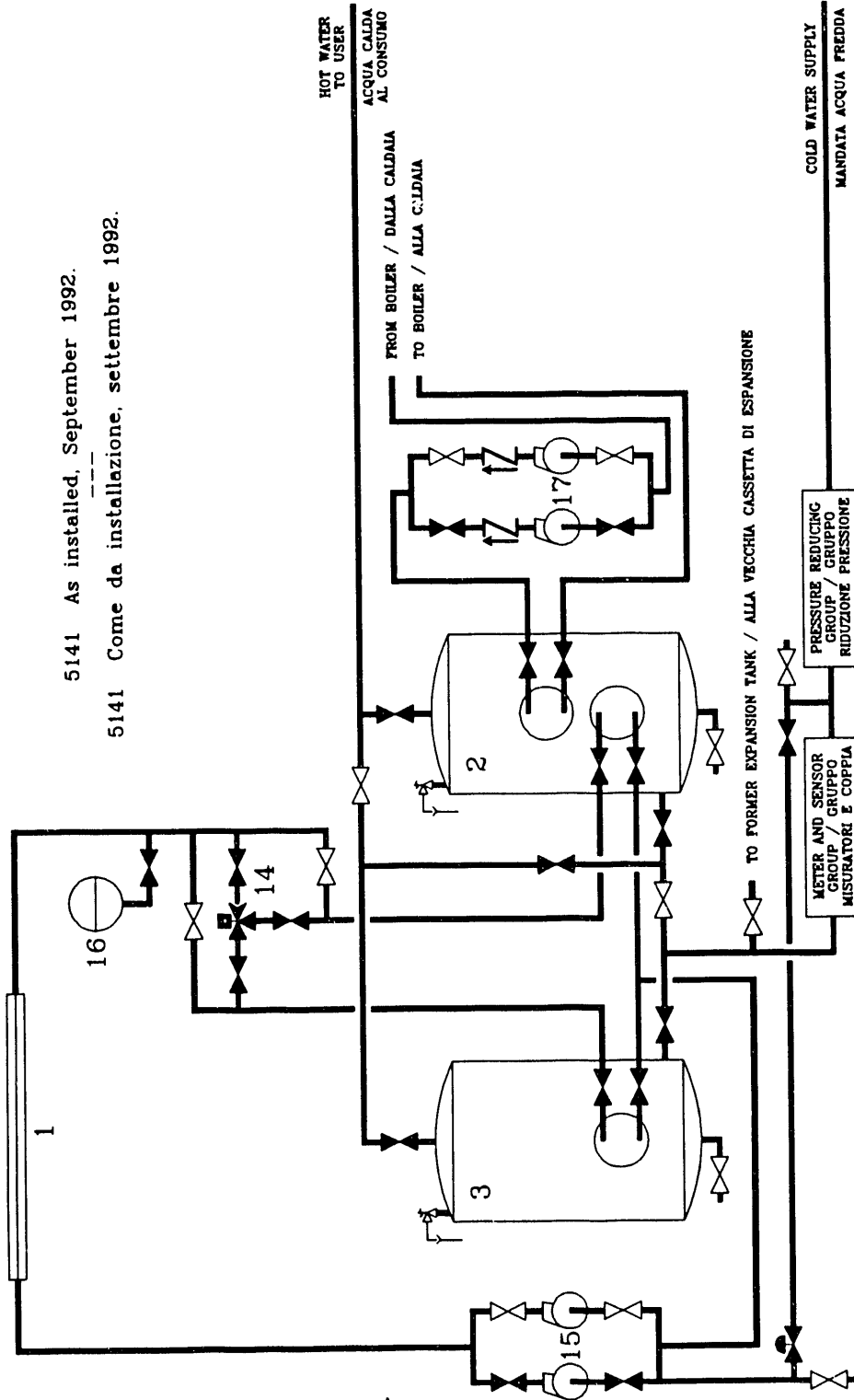
The flow sheet for Bldg. 5141 is shown in Fig. 12. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.16.

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5141 è presentato nella Figura 12. L'elenco particolareggiato dei componenti è fornito nell'Appendice B, Tabella B.16.



5140 As installed, September 1992.
5140 Come da installazione, settembre 1992.

Fig. 11. Solar system schematic for Bldg. 5140—DEH Shops.
Figura 11. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5140—Officine DEH.



5141 As installed, September 1992.

5141 Come da installazione, settembre 1992.

Fig. 12. Solar system schematic Bldg. 5141—DEH Shops.

Figura 12. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5141—Officine DEH.

This system is the same as that for Bldg. 5140 except that water recirculation back from the user point is not provided. A minor difference is the inclusion of a bypass line in this system that permits potable water flow from the upstream solar generator (Component 3) directly to the user. (This line also appeared on the original blueprints for the Bldg. 5140 SDHW system, but it was apparently not installed.) There are also minor differences in the makeup water supply to the solar fluid loop.

Questo impianto è identico a quello dell'edificio 5140, ad eccezione della mancata messa in ricircolazione dell'acqua di ritorno dal punto di consumo. Un'altra minore differenza è costituita dall'inclusione nell'impianto di una tubazione di bypass, che permette il l'all'acqua calda sanitaria di fluire direttamente dal generatore solare (Componente 3) a monte all'utente. (Questa tubazione appare sulle cianografie originali dell'impianto SDHW dell'edificio 5140, ma non sembra sia stata installata). Sono state riscontrate altre differenze di minore portata nella mandata dell'acqua di rabbocco del circuito del fluido termovettore.

2.2.3 Small SDHW Systems — Bldgs. 701, 771, 5023, 5130, and 5164

The SDHW systems installed in Bldgs. 701, 771, 5023, 5130, and 5164 are similar in both original design and current installation. The system installed in Bldg. 701 will be described in detail, while differences between the other systems and that in Bldg. 701 will be highlighted. The number of solar collectors vary on these systems according to expected hot water demand at the time of installation.

2.2.3 Sistemi SDHW di piccole dimensioni — Edifici 701, 771, 5023, 5130 e 5164

Gli impianti SDHW installati negli edifici 701, 771, 5023, 5130 e 5164 sono simili sia dal punto di vista progettuale che da quello realizzativo. Verrà descritto in dettaglio l'impianto installato nell'edificio 701, evidenziando le differenze degli altri impianti. Il numero dei collettori solari di questi impianti varia a seconda del fabbisogno di acqua calda previsto all'epoca dell'installazione.

Bldg. 701—Carabinieri/AAFES Maintenance Shop

The flow sheet for Bldg. 701 is shown in Fig. 13. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.6.

Edificio 701—Carabinieri/Officina di manutenzione AAFES

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 701 è illustrato nella Figura 13. L'elenco particolareggiato dei componenti è presentato nell'Appendice B, Tabella B.6.

701 As installed, September 1992.
(Solar panel connections per PC-00003-6, Sheet 6 of 9.)
701 Come da installazione, settembre 1992.
(Collegamenti del pannello solare come da disegno n° PC-00003-6, foglio 6 su 9.)

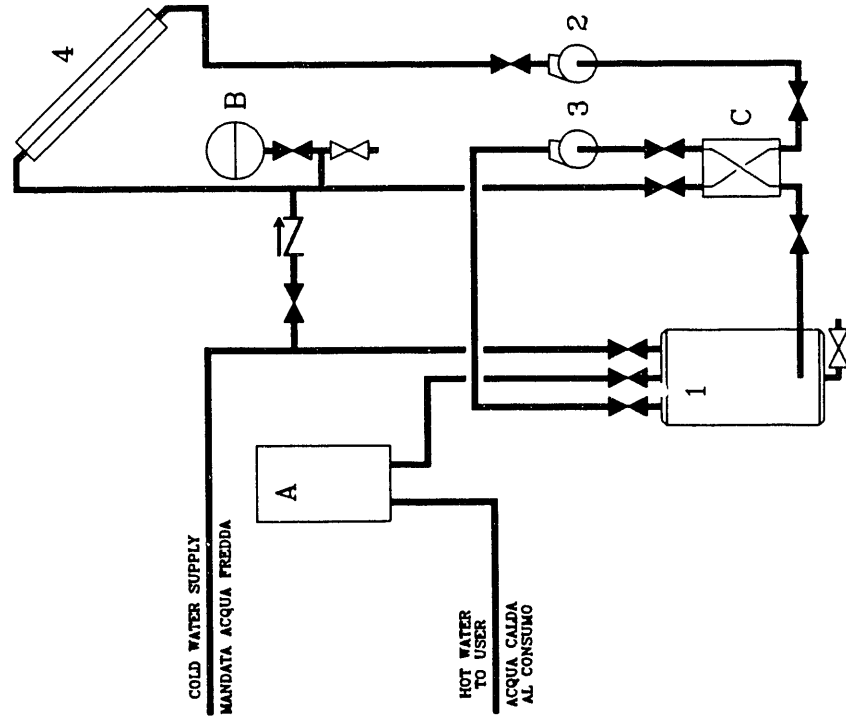


Fig. 13. Solar system schematic for Bldg. 701—Carabinieri/AAFES Maintenance Shop.

Figura 13. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 701—Carabinieri/Officina di manutenzione AAFES.

This system was originally installed with circulating pumps moving potable water from the cold end of the electrically heated hot water tank (Component 1) to the solar collectors (Component 4) and back to the hot water tank. The in-tank electrical coils remain operable, but an auxiliary electrically heated hot water tank (Component A) has been added for additional supplemental heating. The original single loop has been split into two loops separated by a plate heat exchanger (Component C). One side has potable water circulated by a circulating pump (Component 3). The other side of the heat exchanger has solar fluid circulating through collectors as in the other systems previously discussed. The new solar fluid loop has a circulating pump (Component 2) and a self-pressurized expansion tank (Component B).

In origine, questo impianto era stato equipaggiato con pompe di circolazione per il trasferimento dell'acqua potabile dall'estremità fredda del serbatoio dell'acqua calda riscaldata elettricamente (Componente 1) ai collettori solari (Componente 4) e di nuovo al serbatoio dell'acqua calda. I serpentinei elettrici posti nello scambiatore di calore sono tuttora funzionali, tuttavia è stato aggiunto un serbatoio ausiliario di acqua calda, riscaldato elettricamente (Componente A), per aumentare il rendimento termico dell'impianto di riscaldamento. Il circuito unico d'origine è stato sdoppiato ed i due circuiti sono stati separati da uno scambiatore di calore (Componente C). Da un lato circola acqua sanitaria spinta una pompa di circolazione originaria (Componente 3) e dall'altro circola il fluido termovettore, che passa attraverso collettori come nel caso degli altri impianti esaminati in precedenza. Il nuovo circuito del fluido termovettore è dotato di una pompa di circolazione (Componente 2) e di un cassetta di espansione autopersurizzata (Componente B).

Bldg. 771—Post Office

The flow sheet for Bldg. 771 is shown in Fig. 14. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.9.

This SDHW system is essentially identical to that installed in Bldg. 701 except that an auxiliary electrically heated hot water tank has not been added.

Edificio 771—Ufficio Postale

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 771 è illustrato nella Figura 14. L'elenco particolareggiato dei componenti è presentato nell'Appendice B, Tabella B.9.

L'impianto SDHW è essenzialmente identico a quello installato nell'edificio 701, ad eccezione della mancata aggiunta dell'accumulatore ausiliario dell'acqua calda riscaldata elettricamente.

771 As installed, September 1982.
(Solar panel connections per LV-DB-0091-82, Sheet 5 of 8.)
771 Come da installazione, settembre 1982.
(Collegamenti del pannello solare come da disegno n° LV-DB-0091-82, Foglio 5 su 8.)

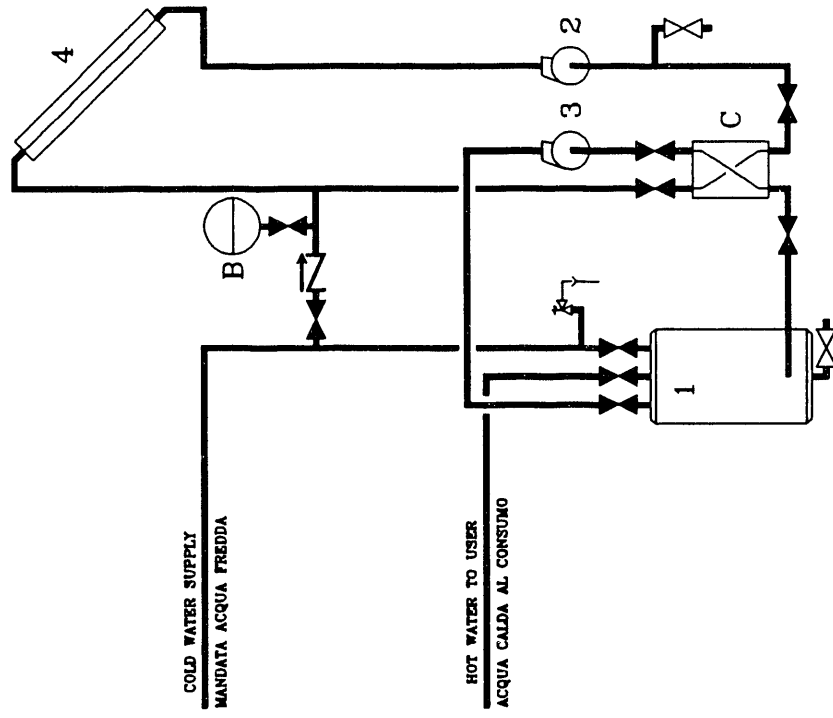


Fig. 14. Solar system schematic for Bldg. 771—Post Office.

Figura 14. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 771—Ufficio postale.

Bldg. 5023—NSE/167th Motor Pool

Edificio 5023—NSE/Parco automezzi del 167^a

The flow sheet for Bldg. 5023 is shown in Fig. 15. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.13.

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5023 è illustrato nella Figura 15. L'elenco particolareggiato dei componenti è fornito nell'Appendice B, Tabella B.13.

This SDHW system is essentially identical to that installed in Bldg. 701. The in-tank electrical coils are not operable.

Questo impianto SDHW è essenzialmente identico a quello installato nell'edificio 701. I serpentine elettrici posti nell'accumulatore termico non funzionano.

Bldg. 5130—509th Headquarters

Edificio 5130—Quartier generale del 509^a

The flow sheet for Bldg. 5130 is shown in Fig. 16. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.14.

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5130 è illustrato nella Figura 16. L'elenco particolareggiato dei componenti è contenuto nell'Appendice B, Tabella B.14.

This SDHW system is essentially identical to that installed in Bldg. 701 except that an auxiliary electrically heated hot water tank has not been added. The drain valve on the makeup water line to the solar fluid loop is improperly placed for drainage of the solar loop.

L'impianto SDHW è essenzialmente identico a quello installato nell'edificio 701, ad eccezione della mancata aggiunta dell'accumulatore ausiliario dell'acqua calda riscaldato elettricamente. La valvola di scarico della tubazione dell'acqua di rabbocco del circuito del fluido termovettore è posizionata in modo errato ai fini dello scarico del circuito solare.

Bldg. 5164—DEH Maintenance Shop

Edificio 5164—Officina di manutenzione DEH

The flow sheet for Bldg. 5164 is shown in Fig. 17. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.18.

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5164 illustrato nella Figura 17. L'elenco particolareggiato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.18.

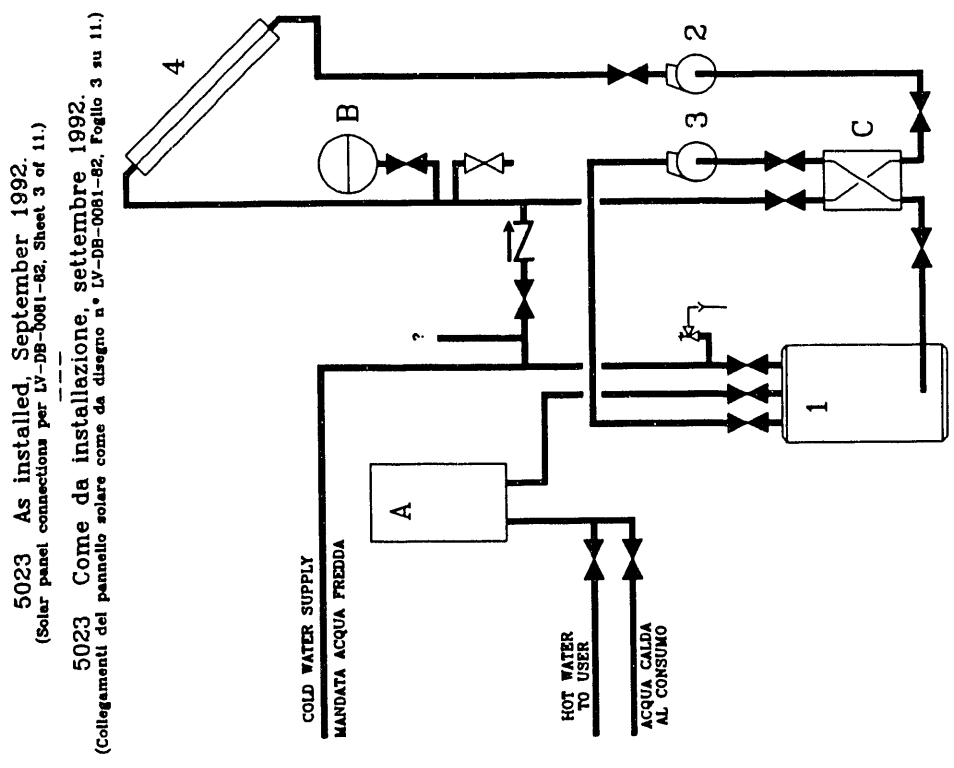


Fig. 15. Solar system schematic for Bldg. 5023—NSE/167th.

Figura 15. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5023—NSE/Parco automezzi del 167^a.

5130 As installed, September 1992.
(Solar panel connections per LV-DB-0066-82, Sheet 6 of 11.)

5130 Come da installazione, settembre 1992.
(Collegamenti del pannello solare come da disegno n. LV-DB-0066-82, Foglio 6 su 11.)

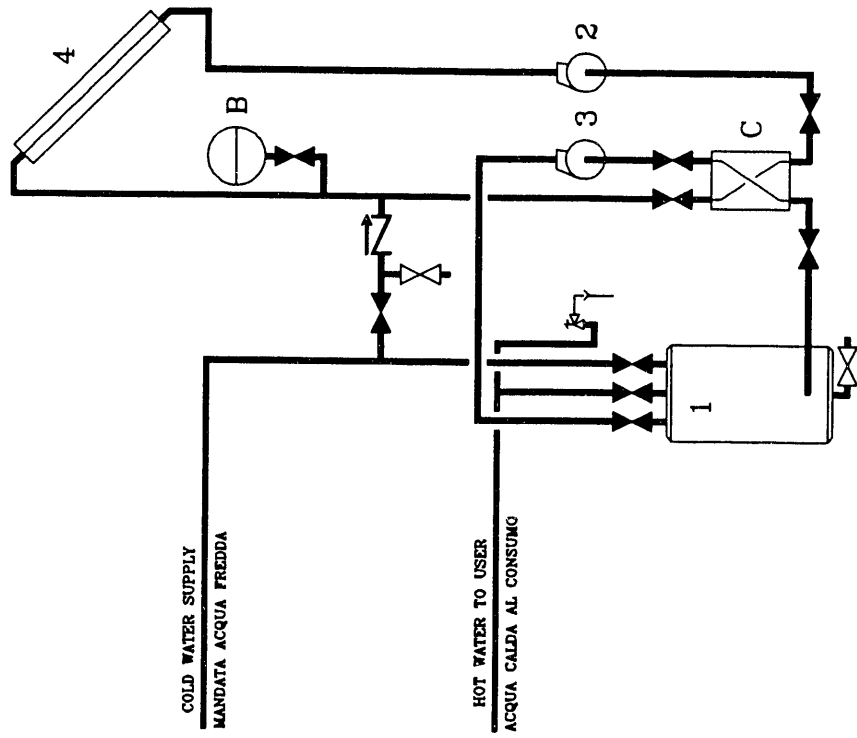


Fig. 16. Solar system schematic for Bldg. 5130—509th.

Figura 16. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5130—Quartier generale del 509^a.

5164 As installed, September 1992.
(Solar panel connections per LV-DB-0091-82, Sheet 2 of 8.)
5164 Come da installazione, settembre 1992.
(Collegamenti del pannello solare come da disegno n° LV-DB-0091-82, Foglio 2 su 8.)

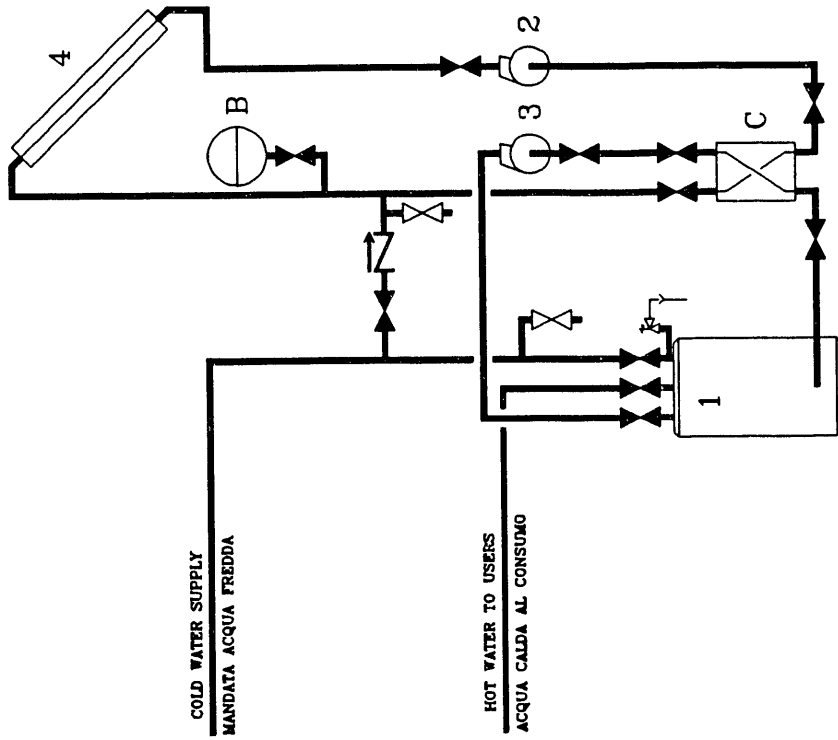


Fig. 17. Solar system schematic for Bldg. 5164—DEH Maintenance Shop.

Figura 17. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5164—Officina di manutenzione DEH.

This SDHW system is essentially identical to that installed in Bldg. 701 except that an auxiliary electrically heated hot water tank has not been added.

L'impianto SDHW è essenzialmente identico a quello installato nell'edificio 701, ad eccezione della mancata aggiunta dell'accumulatore ausiliario dell'acqua calda riscaldato elettricamente.

2.2.4 An SDHW/Building Heat System — Bldg. 824

The SDHW system installed at Bldg. 824 is unique among the systems installed at Camp Darby and the Leghorn Depot. It provides not only hot water, but also building heating by circulating hot water through the floor slab of the building.

2.2.4 Impianto SDHW/di riscaldamento — Edificio 824

Lo SDHW installato nell'edificio 824 è unico rispetto agli altri impianti di Camp Darby e del Deposito di Livorno. Non fornisce solamente acqua calda, ma riscalda anche l'edificio circolando acqua calda attraverso la soletta del pavimento dello stabile.

Bldg. 824—Latrine and Shower Building

The flow sheet for Bldg. 824 is shown in Fig. 18. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.10.

Edificio 824—Docce e gabinetti

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 824 è illustrato nella Figura 18. L'elenco particolareggiato dei componenti è compreso nell'Appendice B, Tabella B.10.

Solar collector fluid is circulated by pumps (Component 7), one operating and one spare, to two solar generator tanks (Component 2) installed in parallel, and from there to solar panels (Component 1). The solar collector loop has an open expansion tank (Component 3).

Il fluido termovettore viene veicolato da due pompe (Componente 7), una in funzione ed una di riserva, ai due accumulatori del generatore solare (Componente 2), installati in parallelo, e poi ai pannelli solari (Componente 1). Il circuito del collettore solare è dotato di una cassetta di espansione aperta (Componente 3).

The solar generator tanks (Component 2) each contain three bayonet heat exchangers. The two lower exchangers provide for the exchange of heat between the solar collector fluid and the potable water while the third exchanger provides for the transfer of heat

Ciascun accumulatore del generatore solare (Componente 2) contiene tre scambiatori di calore a baionetta. I due scambiatori inferiori trasferiscono il calore del fluido termovettore all'acqua potabile. Quando l'acqua potabile raggiunge una temperatura sufficiente, il

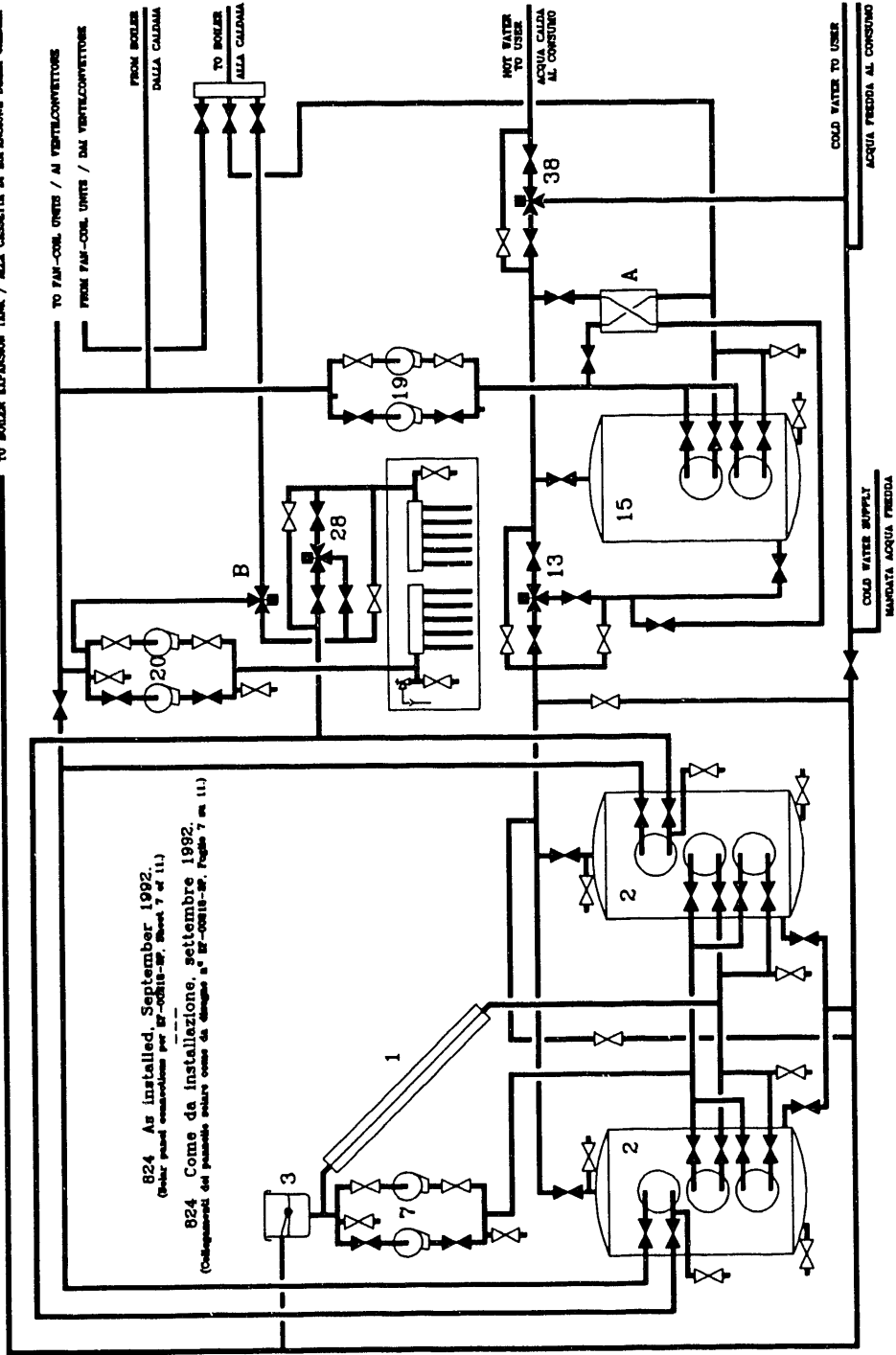


Fig. 18. Solar system schematic for Bldg. 824—Latrine and Shower Building.

Figura 18. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 824—Docce e gabinetti.

from the potable water, when it is sufficiently warm, to a recirculating loop providing building heat.

The recirculating loop for building heating flows from the solar generators to the recirculating pumps (Component 20), one operating and one spare, and then to the distribution header. Return fluid from the floor heating system flows to a diverter valve (Component 28). If the recirculating loop from the solar generators is being utilized for building heat, then the diverter valve routes the flow back to the solar generators; otherwise, it diverts flow to the oil-fired boiler. When the recirculating loop utilizes heat from the oil-fired boiler, the recirculating pumps (Component 20) are also utilized; consequently, the orientation of the diverting valve (Component 28), based on appropriate temperature inputs, determines which recirculating loop is utilized. Another diverting valve (Component B) permits recirculation of the heating fluid through the floor distribution system without heating.

Potable water flows from the top of the solar generators to a diverter valve (Component 13). If the water is hot enough, it flows on to a temperature regulating set (Component 38); otherwise, it is diverted for further heating to either an auxiliary hot water generator

terzo scambiatore provvede al trasferimento del calore dell'acqua ad un circuito a circolazione continua adibito al riscaldamento dell'edificio.

Il circuito a circolazione continua adibito al riscaldamento dell'edificio collega i generatori solari alle pompe di ricircolazione (Componente 20), una in funzione ed una di riserva, e poi al collettore di distribuzione. Il fluido di ritorno dall'impianto di riscaldamento viene diretto ad una valvola di deviazione (Componente 28). Se il circuito a circolazione continua collegante i generatori solari viene utilizzato per il riscaldamento, la valvola di deviazione instrada il flusso ai generatori solari. In caso contrario, la valvola dirige il flusso alla caldaia dotata di bruciatore a gasolio. Quando il circuito a circolazione continua utilizza il calore prodotto dalla caldaia dotata di bruciatore a gasolio, vengono usate anche le pompe di ricircolazione (Componente 20). Di conseguenza, l'orientazione della valvola di deviazione (Componente 28) determina, in base agli appropriati input di temperatura, quale circuito di ricircolazione vada utilizzato. Un'altra valvola di deviazione (Componente B) permette la ricircolazione del fluido di riscaldamento attraverso l'impianto di distribuzione dell'edificio, senza fornire riscaldamento.

L'acqua potabile fluisce dalla parte superiore dei generatori solari ad una valvola di deviazione (Componente 13). Se l'acqua è abbastanza calda, passa attraverso un gruppo di regolazione della temperatura (Componente 38). In caso contrario, viene deviata per essere

(Component 15) or a plate heat exchanger (Component A), depending on the setting of isolation valves about these components. (Valve settings portrayed in Fig. 18 depict the use of the plate exchanger for supplemental heating.) Outflow from the hot water generator or plate exchanger flows to the temperature regulating set.

riscaldata ulteriormente ad un generatore ausiliario di acqua calda (Componente 15) o ad uno scambiatore di calore a piastre (Componente A), a seconda dell'impostazione dei rubinetti di arresto di tali componenti. (Le impostazioni delle valvole illustrate nella Figura 18 prevedono l'uso dello scambiatore a piastre ai fini dell'ulteriore riscaldamento dell'acqua potabile). L'efflusso del generatore d'acqua calda o dello scambiatore a piastre è diretto al gruppo di regolazione della temperatura.

2.2.5 Miscellaneous SDHW Systems — Bldgs. 702, 829, 836, and 5150

Remaining SDHW systems at Camp Darby and the Leghorn Depot reflect many elements of the systems already described but are sufficiently different to not be otherwise grouped together.

2.2.5 Impianti SDHW vari — Edifici 702, 829, 836 e 5150

I rimanenti impianti SDHW di Camp Darby e del Deposito di Livorno riflettono svariati elementi dei sistemi descritti in precedenza, ma sono sufficientemente diversi da non poter essere raggruppati assieme in altri modi.

Bldg. 702—Maintenance Shop (Motor Pool)

The flow sheet for Bldg. 702 is shown in Fig. 19. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.7.

Solar fluid flows from pumps (Component 21), one operating and one spare, upward through solar collectors (Component 26), through a plate heat exchanger (Component B), and back to the pumps. The plate heat exchanger transfers heat from the solar fluid to a

Edificio 702—Officina di manutenzione (parco automezzi)

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 702 è illustrato nella Figura 19. L'elenco particolareggiato dei componenti è fornito nell'Appendice B, Tabella B.7.

Il fluido termovettore viene spinto verso l'alto dalle pompe (Componente 21), una in funzione ed una di riserva, passa attraverso i collettori solari (Componente 26) ed uno scambiatore di calore a piastre (Componente B), per poi ritornare alle pompe. Lo

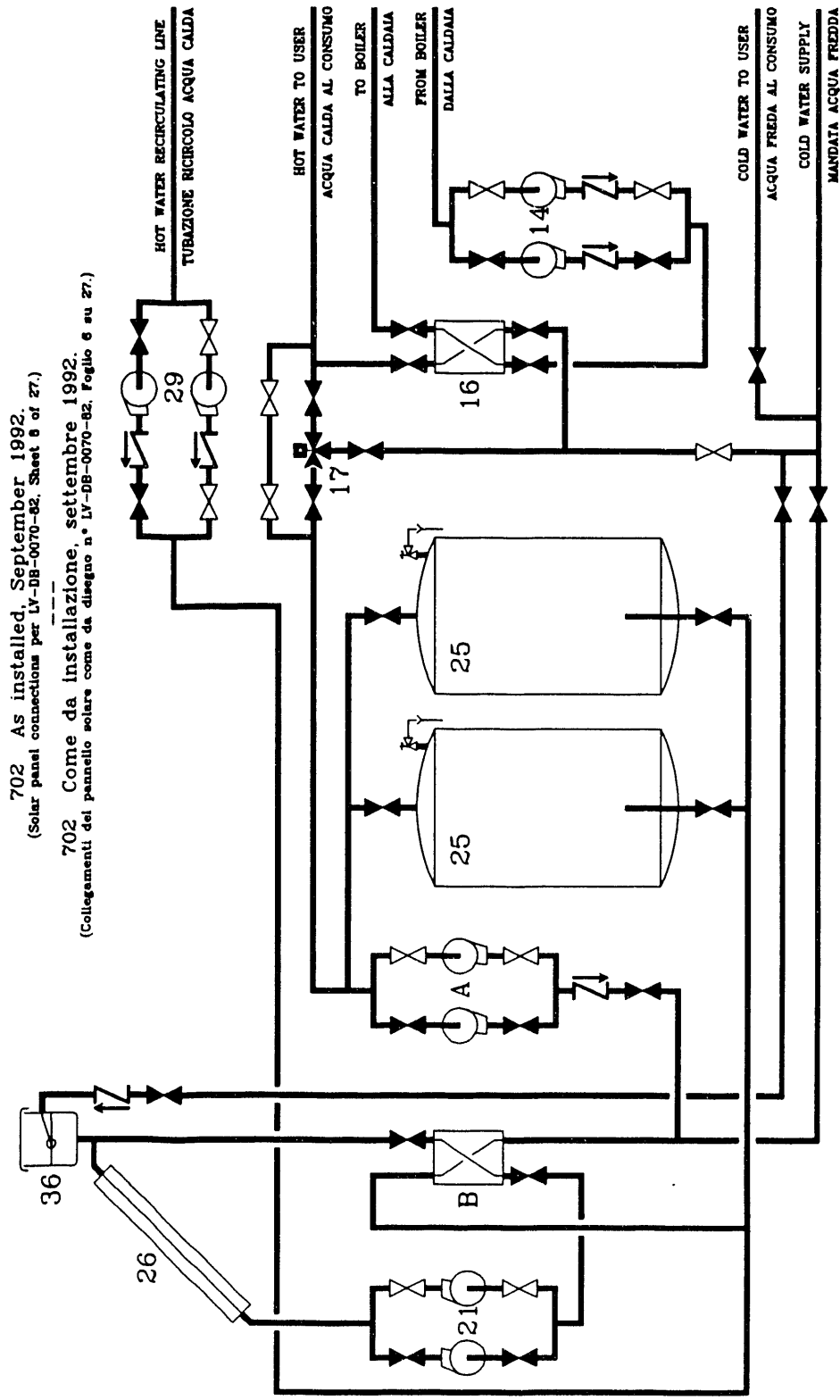


Fig. 19. Solar system schematic for Bldg. 702—Maintenance Shop (Motor Pool).

Figura 19. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5164—Officina di manutenzione (parco automezzi).

circulating potable water loop. The solar fluid loop has an expansion tank (Component 36) with a float-type refill valve adjacent to the collectors.

The circulating potable water loop flows from the top of the hot water generators (Component 25), through a pair of pumps (Component A), one operating and one spare, to the plate heat exchanger (Component B), and back to the bottom of the hot water generators. The cold water supply to the hot water generators flows into this circulating loop between the pumps and the plate heat exchanger, and the hot water recirculating loop from utilities flows into the loop between the exchanger and the bottom of the hot water generators. This recirculating loop with hot water recirculating pumps (Component 29), one operating and one spare, assures instant availability of hot water at the point of use.

Hot water flowing to users leaves the top of the hot water generator (Component 25) and branches from the circulating potable water loop to a diverter valve (Component 17). If the water is hot enough, it is diverted to utilities as hot water. If it is not hot enough, it is diverted to the plate heat exchanger (Component 16) for further heating. This heat exchanger is heated by hot water from an oil-fired boiler.

scambiatore a piastre trasferisce il calore dal fluido termovettore al circuito dell'acqua potabile a circolazione continua. Il circuito del fluido termovettore è dotato di una cassetta di espansione (Componente 36) adiacente ai collettori ed equipaggiata con una valvola di colmo a galleggiante.

Il circuito dell'acqua potabile a circolazione collega la parte superiore dei generatori di acqua calda (Componente 25), attraverso un paio di pompe (Componente A), una in funzione ed una di riserva, allo scambiatore di calore a piastre e poi alla parte posteriore inferiore dei generatori di acqua calda. La mandata dell'acqua fredda dei generatori di acqua calda fluisce in questo circuito a circolazione continua in un punto situato tra le pompe e lo scambiatore di calore a piastre, mentre in circuito dell'acqua calda a circolazione continua fluisce nel circuito in un punto posto tra lo scambiatore ed la parte inferiore dei generatori di acqua calda. Tale circuito a circolazione continua è dotato di pompe di circolazione dell'acqua calda (Componente 29), una in funzione ed una di riserva, e garantisce la disponibilità istantanea d'acqua calda al punto di consumo.

Il flusso di acqua calda diretto agli utenti fuoriesce dalla parte superiore del generatore d'acqua calda (Componente 25) e si dirama dal circuito dell'acqua potabile a circolazione continua tramite una valvola di deviazione (Componente 17). Se l'acqua è sufficientemente calda, viene deviata in rete per essere utilizzata. Se la temperatura è insufficiente, l'acqua viene deviata allo scambiatore di calore a piastre (Componente 16) per essere ulteriormente

riscaldata. Lo scambiatore di calore è riscaldato dall'acqua calda prodotta dalla caldaia alimentata a gasolio.

Bldg. 829—Change House

The flow sheet for Bldg. 829 is shown in Fig. 20. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.11.

This system bears some similarity to the small systems described in Sect. 2.2.3; however, these similarities come about not because of the original system design but because of the modifications that have been made to the various SDHW systems at Camp Darby and the Leghorn Depot since their installation.

Solar fluid circulates downward through the solar panels (Component CS) through circulating pumps (Component PS), one operating and one spare, and through a plate heat exchanger (Component D). Heat is transferred from the solar fluid to a potable water circulating loop in the plate exchanger. Water from the hot water generator (Component A1) flows from one of the ports in the head of the original in-tank bayonet exchanger (the coils have been removed), through the plate exchanger and the circulating pump (Component B), then back to the hot water generator through the other port of the bayonet exchanger head.

Edificio 829—Change House

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 829 è illustrato nella Figura 20. L'elenco dettagliato dei componenti è incluso nell'Appendice B, Tabella B.11.

Questo impianto presenta alcune similitudini con i sistemi di piccole dimensioni descritti nella sezione 2.2.3. Tuttavia la somiglianza non è dovuta tanto alla progettazione originale, quanto piuttosto alle modifiche apportate ai vari impianti SDHW di Camp Darby e del Deposito di Livorno a partire dall'epoca della loro installazione.

Il fluido termovettore circola verso il basso attraverso i pannelli solari (Componente CS) attraverso due pompe di circolazione (Componente PS), una in funzione ed una di riserva, ed uno scambiatore di calore a piastre (Componente D). Il calore viene trasferito dal fluido termovettore al circuito dell'acqua potabile a circolazione continua. L'acqua proveniente dal (Componente A1) fluisce attraverso una delle aperture del collettore dell'originale scambiatore di calore a baionetta (i serpentine sono stati rimossi), passa attraverso lo scambiatore di calore a piastre e la pompa di circolazione (Componente B), per poi tornare al generatore dell'acqua calda attraverso un'altra apertura del collettore dello scambiatore di calore a baionetta.

Cold water enters the hot water generator at the bottom, and hot water flows from the top to a diverter valve (Component V1). If it is sufficiently hot, the hot water flows directly to users; otherwise, it is diverted to a secondary hot water boiler (Component A2) heated by a circulating loop from an oil-fired boiler.

L'acqua fredda viene immessa nella parte inferiore del generatore di acqua calda e l'acqua calda fluisce dalla parte superiore in direzione di una valvola di deviazione (Componente V1). Se l'acqua è sufficientemente calda, viene deviata in rete per essere utilizzata. Se la temperatura è insufficiente, l'acqua viene deviata ad una caldaia ausiliaria di riscaldamento dell'acqua (Componente A2), riscaldato da un circuito a circolazione continua collegato alla caldaia alimentata a gasolio.

Bldg. 836—Sea Pines Administration/General Purpose

The flow sheet for Bldg. 836 is shown in Fig. 21. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.12.

Solar collector fluid flows from circulating pumps (Component E), upward through solar panels (Component A), past a self-pressurized expansion tank (Component D), to a plate exchanger (Component J), then back to the pumps. The flat plate collectors currently installed in this system replaced the original thermoplastic collectors that had performed poorly. These collectors are the only ones installed at ground level at either Camp Darby or the Leghorn Depot.

Potable water is circulated from the bottom of the hot water generator (Component B), through the plate heat exchanger

Edificio 836—Sea Pines - Amministrazione/Usi generali

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 836 è presentato nella Figura 21. L'elenco dettagliato dei componenti è compreso nell'Appendice B, Tabella B.12.

Il fluido termovettore viene veicolato verso l'alto da sue pompe di circolazione (Componente E), attraverso i pannelli solari (Componente A), una cassetta di espansione autopressurizzata (Componente D) ed infine attraverso uno scambiatore di calore a piastre (Componente J), per poi tornare alle pompe. I collettori a piastre piatte attualmente installati in questo edificio sostituiscono i collettori originali in termoplasto, le cui prestazioni erano scadenti. Tali collettori sono gli unici installati all'altezza del suolo sia a Camp Darby che presso il Deposito di Livorno.

L'acqua potabile viene messa in circolazione a partire dalla parte inferiore del generatore d'acqua calda (Componente B), attraverso lo

836 As installed, September 1992.

836 Come da installazione, settembre 1992.

Pumps not shown on hot water recirculating line or boiler line.
Le pompe non sono illustrate né sulla tubazione di ricircolo dell'acqua calda né sulla tubazione della caldaia.

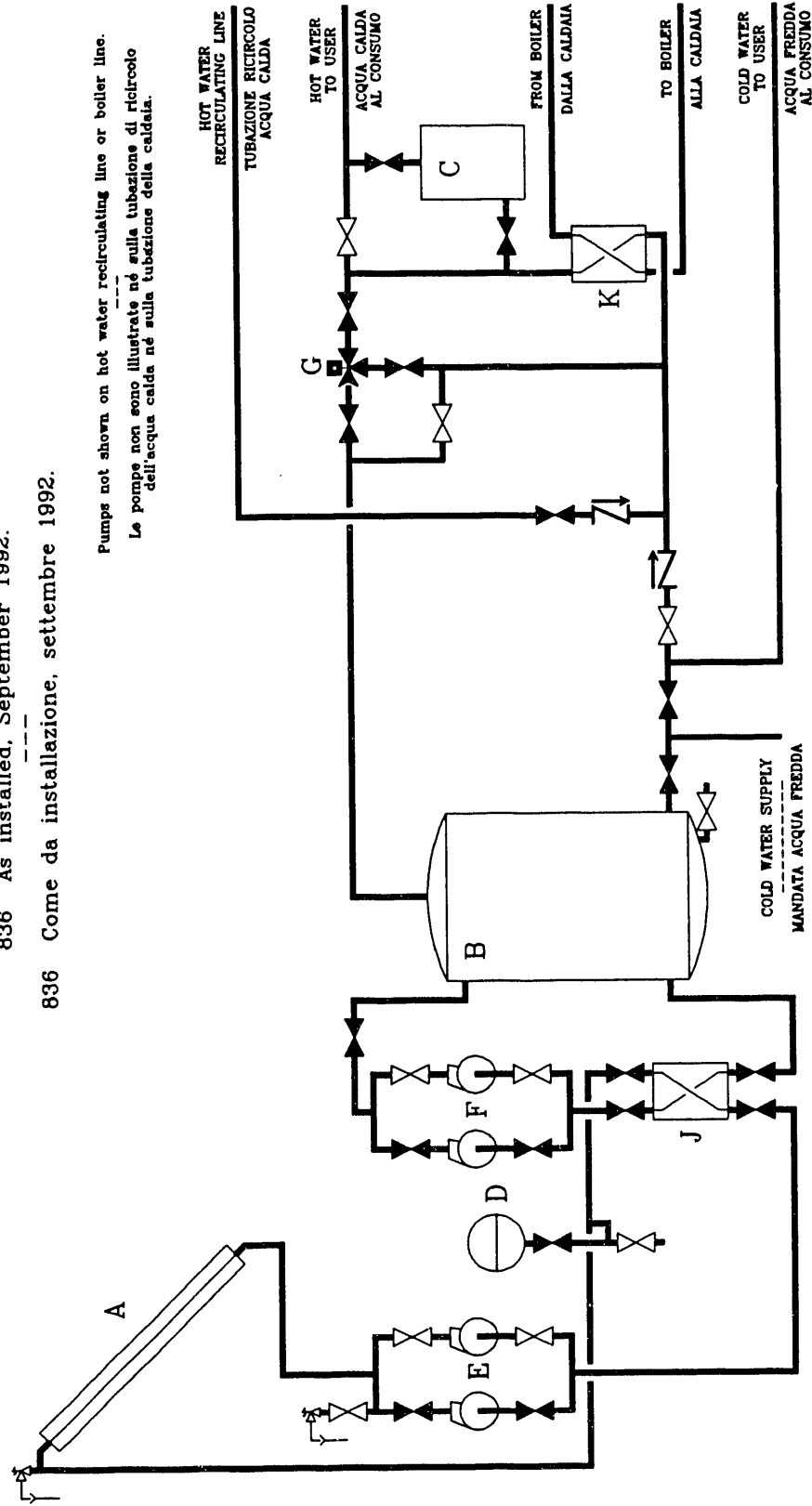


Fig. 21. Solar system schematic for Bldg. 836—Sea Pines Administration/General Purpose.

Figura 21. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 836—Sea Pines Amministrazione/Usi generali.

(Component J), where heat is transfer from the solar collector fluid to the potable water, through the circulating pumps (Component F), one operating and one spare, to the top of the hot water generator.

Cold water is supplied to the bottom of the hot water generator and hot water flows from the top of the hot water generator to a diverter valve (Component G). If the water is sufficiently hot, it is routed by the diverter valve to the bottom of a thermal mixing tank (Component C); otherwise, it is diverted to a plate heat exchanger (Component K), where it is heated by a hot water circulating loop from an oil-fired boiler, before flowing to the thermal mixing tank. Hot water flows from the top of the thermal mixing tank to the users.

Bldg. 5150—Shop 1

The flow sheet for Bldg. 5150 is shown in Fig. 22. A detailed components list is provided in Appendix B, Table B.17.

Solar collector fluid flows through circulating pumps (Component 29), one operating and one spare, upward through solar panels (Component 25), past an open expansion tank (Component 27), to a diverter valve (Component C). If the water in

scambiatore di calore a piastre (Componente J), che trasferisce il calore dal fluido termovettore all'acqua potabile, attraverso le pompe di circolazione (Componente F), una in funzione ed una di riserva, e ritorna infine alla parte superiore del generatore di acqua calda.

L'acqua fredda viene erogata nella parte inferiore del generatore di acqua calda e veicolata ad una valvola di deviazione (Componente G). Se l'acqua è sufficientemente calda, viene instradata dalla valvola di deviazione alla parte inferiore del serbatoio di miscelazione termica (Componente C). In caso contrario viene deviata allo scambiatore di calore a piastre (Componente K) e riscaldata da un circuito di acqua calda a circolazione continua collegato ad una caldaia alimentata a gasolio, per poi ritornare al serbatoio di miscelazione termica. L'acqua calda viene erogata agli utenti a partire dalla parte superiore del serbatoio di miscelazione termica.

Edificio 5150—Officina 1

Il diagramma schematico dell'impianto dell'edificio 5150 è illustrato nella Figura 22. L'elenco particolareggiato dei componenti è fornito nell'Appendice B, Tabella B.17.

Il fluido termovettore fluisce verso l'alto attraverso due pompe di circolazione (Componente 29), una in funzione ed una di riserva, passando attraverso i pannelli solari (Componente 25), una cassetta di espansione aperta (Componente 27) e poi raggiunge una valvola

5150 As installed, September 1992
(Solar panel connections per LV-DB-0016-83, Sheet 6 of 9.)

5150 Come da installazione, settembre 1992.
(Collegamenti del pannello solare come da disegno n° LV-DB-0016-83, Foglio 6 su 9.)

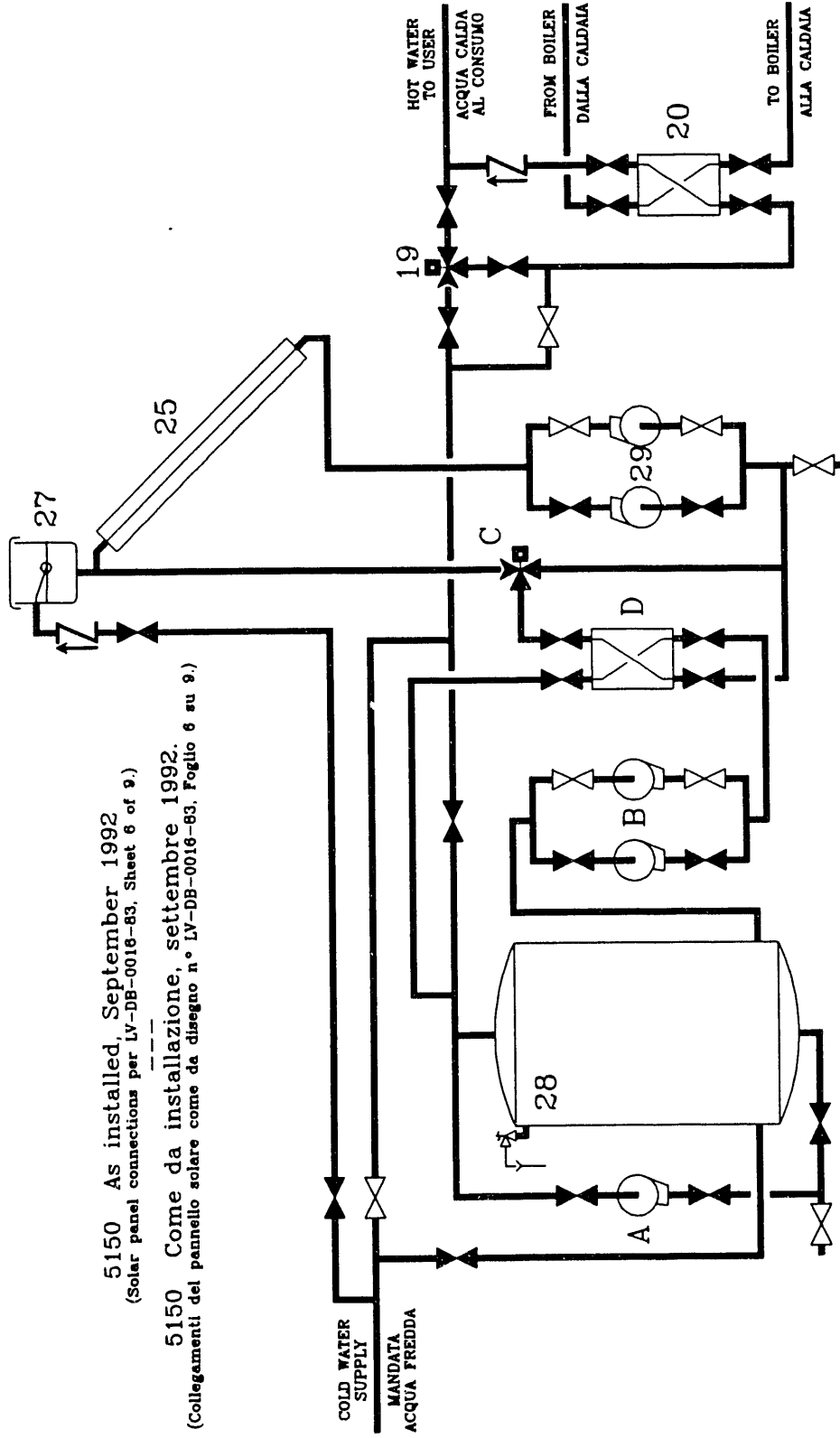


Fig. 22. Solar system schematic for Bldg. 5150—Shop 1.

Figura 22. Diagramma schematico dell'impianto solare dell'edificio 5150—Officina 1.

the hot water generator (Component 28) has reached its maximum allowable temperature, the solar fluid is diverted directly back to the circulating pumps; otherwise, the solar fluid is routed through a plate heat exchanger (Component D) to heat circulating potable water. This diversion of solar collector fluid is unique to the SDHW system in Bldg. 5150.

There are two circulating potable water loops about the hot water generator (Component 28). One loop is installed to break up thermal stratification in the hot water tank and is the only remaining example of such a loop in the Camp Darby/Leghorn Depot complex. All other such loops have become circulating loops for exchanging heat in plate heat exchangers between solar collector fluid and potable water. This first loop flows from the top of the hot water generator through a single pump (Component A) and back into the bottom of the hot water generator via the drain line. The second circulating loop flows from the bottom of the hot water generator, through circulating pumps (Component B), one operating and one spare, through the plate exchanger (Component D), back to the top of the hot water generator. Because of the return piping arrangement, water in this second loop would flow preferentially toward users when there is demand for hot water and one of the circulating pumps (Component B) is energized.

di deviazione (Componente C). Se l'acqua contenuta nel generatore di acqua calda (Componente 28) ha raggiunto la massima temperatura permessa, il fluido termovettore viene deviato e reinviato direttamente alle pompe di circolazione. In caso contrario, il fluido termovettore viene instradato attraverso uno scambiatore di calore a piastre (Componente D), in modo da riscaldare l'acqua potabile in circolazione. Questa deviazione del fluido termovettore costituisce una peculiarità dell'impianto SDHW dell'edificio 5150.

Il generatore di acqua calda (Componente 28) è collegato a due circuiti di acqua potabile a circolazione continua. Un circuito è installato per ovviare alla stratificazione termica nel serbatoio dell'acqua calda e costituisce l'unico esempio rimasto di tale circuito in tutto il complesso di Camp Darby/Deposito di Livorno. Tutti gli altri circuiti di questo tipo sono stati trasformati in circuiti a circolazione continua destinati allo scambio di calore dal fluido termovettore all'acqua potabile tramite scambiatori a piastre. Questo primo circuito collega la parte superiore del generatore di acqua calda, attraverso una sola pompa (Componente A), alla parte inferiore del generatore stesso, tramite una tubazione di scarico. Il secondo circuito a circolazione continua inizia nella parte inferiore del generatore di acqua calda, passa attraverso due pompe di circolazione (Componente B), una in funzione ed una di riserva, attraverso uno scambiatore di calore a piastre (Componente D) e poi torna alla parte superiore del generatore di acqua calda. A causa della disposizione delle tubature di ripresa, l'acqua del secondo circuito viene preferibilmente erogata agli utenti, quando viene

consumata l'acqua calda e viene azionata una delle due pompe di circolazione (Componente B).

Cold water is supplied to the bottom of the hot water generator (Component 28). Hot water flows toward the user either from the top of the hot water generator or from the return line of the potable water heating loop, as noted in the preceding paragraph. This hot water flows to a diverter valve (Component 19). If the water is sufficiently hot, it flows directly to users; otherwise, it is diverted to a plate heat exchanger (Component 20) for supplemental heating before going on to users. Supplemental heating is provided by a circulating loop from an oil-fired boiler.

L'acqua fredda viene immessa nella parte inferiore del generatore di acqua calda (Componente 28). L'acqua calda fluisce in rete a partire dalla parte superiore del generatore di acqua calda o dalla tubazione di ripresa del circuito di riscaldamento dell'acqua potabile, come indicato nel paragrafo precedente. Tale acqua calda è instradata ad una valvola di deviazione (Componente 19). Se l'acqua è sufficientemente calda, viene immessa direttamente in rete. In caso contrario, viene deviata ad uno scambiatore di calore a piastre (Componente 20) per essere riscaldata ulteriormente prima di essere consumata. Il riscaldamento supplementare viene fornito da un circuito di acqua calda a circolazione continua collegato ad una caldaia alimentata a gasolio.

3.0 PROCEDURES OPERATIVE

3.0 OPERATING PROCEDURES

The procedures required to start, operate, and shut down Camp Darby's SDHW systems are provided in this chapter. Normal system operation includes actions taken during frequent (near daily) system operating inspections. The last part of this chapter provides the operator's response to abnormal operating conditions that may be either encountered during routine inspection or reported to the DEH by base personnel. Procedures required for maintenance tasks during routine outages and for unscheduled repair work are included in Chapter 4 of this manual.

Questo capitolo è dedicato alle procedure di messa in funzione, di funzionamento e di arresto degli impianti SDHW di Camp Darby. Esaminando il funzionamento normale dell'impianto, vengono discusse le azioni da intraprendersi durante le frequenti ispezioni (quasi giornaliere) operative. L'ultima sezione di questo capitolo indica le risposte dell'operatore in caso di condizioni anomale riscontrate nel corso di ispezioni di routine o segnalate al DEH dal personale della base. Il prossimo capitolo analizza le procedure di manutenzione da effettuarsi durante i periodi di inattività di routine ed in caso di lavori straordinari di riparazione.

3.1 System Start-up

This system start-up procedure is used whenever the system is returned to service following an outage. At the start of the procedure, all components necessary for safe operation of the system shall be available to operate, and all electrical circuits shall be deenergized by open switches on all lines from power supplies.

3.1 Messa in funzione dell'impianto

La procedura di messa in funzione dell'impianto deve essere eseguita ogni volta che il sistema viene rimesso in servizio dopo un periodo di inattività. Tutti i componenti necessari per il funzionamento sicuro dell'impianto devono essere a disposizione prima di iniziare la procedura e tutti i circuiti elettrici devono essere diseccitati, aprendo i interruttori su tutte le linee collegate alla fonte di alimentazione.

3.1.1 Venting Potable Water System

System venting on start-up is necessary initially and anytime the system has been bypassed or drained of potable water.



Tanks must not be heated until filled. Water added to a tank with hot internal heating coils may generate steam pockets which can damage equipment and injure personnel.

3.1.1 Spurgo dell'aria dell'impianto idrico

Lo spurgo dell'aria dal sistema è necessario all'atto della messa in funzione iniziale e tutte le volte in cui viene effettuato il drenaggio dell'acqua potabile dell'impianto.



I serbatoi non dovrebbero essere riscaldati durante il loro riempimento. Aggiungendo acqua ad un serbatoio il cui serpentina di riscaldamento interno sia caldo, è possibile generare sacche di vapore che possono danneggiare le attrezzature ed causare lesioni al personale.



The SDHW system must not be started with air pockets in the solar energy tanks and heat exchangers. Sizeable air pockets pressurized and released through the downstream piping may damage the equipment.

Il SDHW non deve essere messo in funzione se sono presenti sacche d'aria nei serbatoi accumulatori e negli scambiatori di calore. Se vengono pressurizzate e messe in circolo nella tubatura a valle sacche d'aria di sufficienti dimensioni, esse possono danneggiare le attrezzature.

1. Open drain valves or hot water faucets downstream of the SDHW system.
 2. Open all main passage valves, except the supply valve, in the SDHW system. Main line passage valves include all valves between the supply valve and the valves opened in step 1, including those valves on bypass lines.
 3. Open supply valve from potable water supply line to fill the SDHW system.
 4. Continue to fill and flush system until a clear, steady flow is established at the valves or faucets opened in step 1. Air and/or water may be discharged during system filling. A steady stream of water through the open drain valve or faucet indicates that air has been eliminated from the SDHW system.
 5. Close drain valves or hot water faucets downstream of the SDHW system. These valves or faucets are the ones opened in step 1.
 6. Perform additional venting, as required, from drain valves and hot water faucets not opened in step 1.
1. Aprire le valvole di sfiato o i rubinetti dell'acqua calda a valle dell'impianto SDHW.
 2. Aprire tutte le valvole della condotta principale dell'impianto SDHW, ad eccezione di quella d i mandata. Le valvole della condotta principale comprendono tutte le valvole tra quella di mandata e le valvole aperte nel corso del passo 1, incluse quelle poste sulle tuabzioni di bypass.
 3. Aprire la valvola di mandata della fornitura di acqua potabile, riempiendo l'impianto SDHW.
 4. Continuare a riempire ed a lavare l'impianto, finché non si stabilisce un flusso continuo d'acqua attraverso le valvole o i rubinetti aperti nel corso del passo 1. Durante il riempimento dell'impianto le valvole ed i rubinetti possono scaricare sia acqua che aria. Un flusso continuo d'acqua attraverso la valvola di sfiato principale o i rubinetti aperti indica l'eliminazione delle sacche d'aria dal sistema SDHW.
 5. Chiudere le valvole di sfiato o i rubinetti dell'acqua calda a valle dell'impianto SDHW aperti nel corso del passo 1. Queste valvole o rubinetti sono quelli aperti nel corso del passo 1.
 6. Eseguire un ulteriore spurgo dell'aria, se necessario, aprendo le valvole ed i rubinetti dell'acqua calda non aperti nel corso del passo 1.

7. Adjust valves in potable water lines to their normal operating positions (see Sect. 3.1.3 and appropriate SDHW system diagram in Chap. 2).

7. Regolare le valvole delle tubature dell'acqua potabile, impostandole sulla posizine normale di funzionamento (vedere la sezione 3.1.3 ed i relativi schemi dell'impianto SDHW presentati nel Capitolo 2).

3.1.2 Filling Solar Collector Fluid Loop

3.1.2 Riempimento del circuito del fluido del collettore

Solar collector fluid loops operate full. If the system needs to be filled, follow the procedure in Sect. 4.1.2.

I circuiti del fluido termovettore devono essere pieni. Se l'impianto dovesse essere riempito, seguire la procedura descritta nella sezione 4.1.2.

3.1.3 Valve Positions

3.1.3 Posizioni delle valvole

Positions of SDHW valves under a variety of conditions are described in the following paragraphs. Valve positions applicable to normally operating systems are reflected in the drawings presented in Chap. 2.

Le posizioni delle valvole SDHW a seconda delle varie condizioni operative vengono descritte qui di seguito. Le posizioni delle valvole relative al funzionamento normale degli impianti sono illustrate nelle figure del Capitolo 2.

Potable Water Supply Valves

Hot water to the user normally flows through the potable water side of the SDHW system. Main passage valves should thus be opened on the initial start-up and will normally stay open during operation of the solar heating system.

Valvole di erogazione dell'acqua potabile

L'acqua calda destinata al consumo fluisce normalmente attraverso illato dell'acqua potabile dell'impianto SDHW. Di conseguenza, le valvole della condotta principale devono essere aperte durante la fase di messa in funzione e di funzionamento del sistema di riscaldamento solare.

User supply valves between the SDHW system and users will normally remain open.

Di norma, le valvole di erogazione agli utenti, poste tra il sistema solare di produzione di acqua calda sanitaria ed i punti di consumo, vengono lasciate aperte.

Isolation valves for equipment will normally remain open.

Di solito, anche i rubinetti di arresto dei componenti vengono lasciati aperti.

Drain valves, such as the one on the bottom of the solar hot water generator, will normally be closed except when flushing sludge from the tank or checking for the presence of water in the tank.

Le valvole di scarico, sul tipo di quella posta sul fondo del serbatoio del generatore solare di acqua calda, vengono di solito lasciate chiuse, ad eccezione di quando si elimina la morchia depositatasi sul fondo del serbatoio o si verifica la presenza d'acqua nel serbatoio stesso.

Bypass valves around equipment, such as those at three-way diverter valves, will be closed except when bypassing the specific equipment for maintenance or repair.

Le valvole di bypass delle attrezzature, ad esempio le valvole di deviazione a tre vie, vengono chiuse eccetto durante l'esclusione di una attrezzatura specifica ai fini della sua manutenzione o riparazione.

*Valve in Makeup Water Line
to Collector Fluid Loop
or Expansion Tank*

If present, this valve should be opened on start-up and will normally remain open except for maintenance or filling/refilling of solar collector fluid loops. The makeup water line leads to a float valve for SDHW systems having open expansion tanks. For closed

*Valvola posta lungo la linea di rabbocco
dell'acqua collegata al circuito del fluido
termovettore o alla cassetta di espansione*

Questa valvola va aperta durante la fase di messa in funzione e, di norma, dovrebbe essere lasciata aperta eccetto durante la manutenzione o il riempimento dei circuiti del termovettore. Nel caso dei sistemi a cassetta di espansione aperta, la tubazione di

systems, this line will connect directly to the collector fluid loop through pressure reduction valves and back-flow preventers.

Collector Fluid Line Valves

Valves in the collector fluid line will be opened on the initial start-up and will remain open during operation. Closure of valves in this system will normally occur only to isolate equipment such as a failed circulation pump.

Solar Collector Fluid Pumps and Potable Water Recirculation Pumps

On start-up, isolation valves around the pumps to be operated will be open and those around the spare pumps closed. These valve positions prevent recirculation of collector fluid or potable water back to the pump inlet.

3.1.4 Controller Settings

Differential temperature controllers and thermostats should be set according to the set points provided in Table 2. The following

rabbocco dell'acqua è dotata di una valvola a galleggiante, mentre per i sistemi chiusi, la linea è collegata direttamente al circuito del fluido termovettore per mezzo di valvole di riduzione della pressione e dispositivi antiriflusso.

Valvole della linea del fluido termovettore

Le valvole della linea del fluido termovettore vanno aperte all'inizio della messa in funzione e dovrebbero rimanere aperte durante il funzionamento. Di norma, la chiusura delle valvole viene effettuata solamente per isolare componenti quali una pompa di circolazione in avaria.

Pompe del fluido termovettore e di ricircolazione dell'acqua potabile

All'atto della messa in funzione, è necessario aprire i rubinetti di arresto della pompa da far funzionare e chiudere quelli della pompa di riserva. Tali posizioni dei rubinetti impediscono il riflusso del fluido termovettore o dell'acqua potabile nell'entrata della pompa.

3.1.4 Impostazioni del regolatore

I regolatori della temperatura differenziale ed i termostati vanno impostati a seconda dei punti di riferimento presentati nella

System Start-up

3.1 3-7

Messa in funzione dell'impianto

paragraphs describe the function of the controllers; some controllers may not be present on some systems.

Tabella 2. I paragrafi successivi descrivono le funzioni dei regolatori. Alcuni regolatori possono non essere presenti in tutti gli impianti.

Table 2. Controller set points

Tabella 2. Punti di riferimento del regolatore

Differential temperature controllers

ΔT_{solar} This controller energizes the solar collector fluid circulation pump when solar energy can be collected. This controller also energizes the potable water recirculation pump which, if present, will reduce thermal stratification in the solar hot water generator. The set point for this controller is 5°C.

Regolatori della temperatura differenziale

T_{solar} Questo regolatore eccita la pompa di circolazione del fluido termovettore durante la captazione dell'energia solare. Eccita anche l'eventuale pompa di ricircolazione dell'acqua potabile, che riduce la stratificazione termica nel generatore solare di acqua calda. Il punto di riferimento di questo regolatore è di 5°C.

Controller Regolatore	Set Point Punto di riferimento
ΔT_{solar}	5°C
T_{min}	3°C
T_{high}	95°C
T_{temper}	59°C
T_{aux}	59°C
T_{divert}	59°C

Thermostats

T_{min} This thermostat establishes an ambient temperature below which the solar collector fluid circulation pump is energized to prevent freezing of solar collector fluid. The set point for this thermostat is 3°C.

Termostati

T_{min} Questo termostato stabilisce la temperatura ambientale al di sotto della quale viene eccitata la pompa di circolazione del fluido termovettore, in modo da prevenire il congelamento del fluido stesso. Il punto di riferimento di questo termostato è di 3°C.

T_{high}	This thermostat establishes a temperature for potable water in the solar hot water generator above which the solar collector fluid circulation pump and the potable water recirculation pump are deenergized. The set point for this thermostat is 95°C.	T_{high}	Questo termostato stabilisce la temperatura dell'acqua potabile nel generatore solare di acqua calda al di sopra della quale viene disattivata sia la pompa di circolazione del fluido termovettore circulation che quella di ricircolazione dell'acqua potabile. Il punto di riferimento di questo termostato è di 95°C.
T_{temper}	This thermostat sets a potable water temperature above which the tempering valve is actuated permitting cold water to temper hot water to the set point temperature. The set point for this thermostat is 59°C.	T_{temper}	Questo termostato imposta una temperatura dell'acqua al di sopra della quale viene attivata la valvola di miscelazione, permettendo all'acqua fredda di raffreddare l'acqua calda in modo da raggiungere la temperatura del punto di riferimento. Il punto di riferimento di questo termostato è di 59°C.
T_{aux}	This thermostat establishes a minimum temperature for potable water in the solar hot water generator below which auxiliary heating is supplied. The set point for this thermostat is 59°C.	T_{aux}	Questo termostato stabilisce una temperatura minima dell'acqua potabile nel generatore solare, al di sotto della quale viene attivato il riscaldamento ausiliario. Il punto di riferimento di questo termostato è di 59°C.
T_{divert}	In dual tank systems, this thermostat establishes a temperature in the downstream solar hot water generator above which potable water or solar collector fluid, if hot enough, is diverted to the upstream generator to permit storage of additional solar energy. The set point for this thermostat is 59°C.	T_{divert}	Nei sistemi a due serbatoi, questo termostato serve ad impostare una temperatura nel generatore solare a valle dell'acqua calda, al di sopra della quale l'acqua potabile o il fluido del collettore solare, se il livello di calore è sufficiente, vengono deviati al generatore a monte per consentire la conservazione di ulteriore energia solare. Il punto di riferimento di questo termostato è di 59°C.

3.1.5 Start-up

The following actions are to be taken only after the actions in the preceding subsections have been completed.

1. Ensure that valves are open around the solar fluid circulation pump to be operated.
2. Ensure that valves are closed around the solar fluid circulation pump that will be idle (if present).
3. Ensure that valves are open around the potable water recirculation pump to be operated (if present).
4. Ensure that valves are closed around the potable water recirculation pump that will be idle (if present).
5. Energize the selected solar fluid circulation pump. This may require action at both an electrical panel and a control panel.

3.1.5 Messa in funzione iniziale

Le seguenti azioni vanno intraprese solamente dopo il completamento dei passi indicati nelle sezioni precedenti.

1. Accertarsi che le valvole siano aperte a monte ed a valle della pompa di circolazione del fluido termovettore da mettere in funzione.
2. Accertarsi che le valvole siano chiuse a monte ed a valle della pompa di circolazione del fluido termovettore da mantenere inattiva (se presente).
3. Accertarsi che le valvole siano aperte a monte ed a valle della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile da far funzionare (se presente).
4. Accertarsi che le valvole siano chiuse a monte ed a valle della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile da da mantenere inattiva (se presente).
5. Attivare la pompa selezionata di circolazione del fluido termovettore. Ciò può richiedere un intervento sia sul quadro elettrico che su quello di controllo.

System Start-up

3.1 3-10

Messa in funzione dell'impianto

6. Energize the selected potable water recirculation pump (if present). This may require action at both an electrical panel and a control panel.
6. Attivare la pompa selezionata di ricircolazione dell'acqua potabile (se presente). Ciò può richiedere un intervento sia sul quadro elettrico che su quello di controllo.
7. Follow the procedures provided in Sect. 3.2 to ensure that the SDHW system is operating properly.
7. Seguire le procedure indicate nella sezione 3.2 al fine di garantire il corretto funzionamento dell'impianto SDHW.

3.2 Normal System Operation

The operator monitors the SDHW system for safe and proper operation on a frequent periodic (daily to weekly) basis. Actions to be performed are covered in the subsections of this section and should be performed in sequence. These procedures are also followed during start-up after those procedures provided in Sect. 3.1 are completed.

3.2.1 Visual Inspection

1. Listen for unusual sounds and look for unusual conditions around each piece of equipment in the system equipment room(s). It is also appropriate to inspect components of the building heat and auxiliary water heating systems located in the same equipment room(s).
2. Observe the condition of the SDHW system components which are outdoors. Generally, this inspection is conducted from the ground.
3. Take appropriate actions to respond to abnormal conditions (see Sect. 3.4).

3.2 Funzionamento normale dell'impianto

L'operatore dovrebbe monitorare l'impianto SDHW ad intervalli periodici frequenti (da quotidiana a settimanale), in modo da verificarne la sicurezza ed il corretto funzionamento. Le azioni da intraprendere sono indicate nei paragrafi di questa sezione e vanno eseguite secondo l'ordine di presentazione. Tali procedure vanno anche eseguite in occasione della messa in funzione dopo il completamento dei passi descritti nella sezione 3.1.

3.2.1 Ispezione visuale

1. Prestare ascolto ai suoni insoliti e fare attenzione al manifestarsi di condizioni inconsuete in prossimità di ogni componente della sala caldaie. E' anche opportuno ispezionare i componenti degli impianti di riscaldamento dell'edificio e di riscaldamento ausiliario dell'acqua sanitaria situati nella stessa sala caldaie.
2. Osservare le condizioni dei componenti dell'impianto SDHW ubicati allo scoperto. In genere, questa ispezione viene condotta al suolo.
3. Intraprendere le azioni appropriate al fine di rispondere all'insorgenza di condizioni anomale (vedere la sezione 3.4).

3.2.2 Collector Fluid Circulation Pumps

3.2.2 Pompe di circolazione del fluido termovettore

1. If the selected collector fluid circulation pump is operating, proceed to Sect. 3.2.3.
2. If the collector fluid circulation pump is not operating, set the collector fluid circulation pump ΔT controller to 0°C.
3. If the collector fluid circulation pump is operating, proceed to step 12.

1. Se la pompa selezionata di circolazione del fluido termovettore è in funzione, passare alla sezione 3.2.3.
2. Se la pompa selezionata di circolazione del fluido termovettore non funziona, impostare su 0°C il regolatore ΔT della pompa stessa.
3. Se la pompa di circolazione del fluido termovettore funziona, procedere con il passo 12.



The high temperature controller must be reset promptly to avoid potential burns to users and operators and potential damage to equipment.



Il regolatore dell'alta temperatura deve essere reimpostato tempestivamente per evitare eventuali ustioni degli utenti e degli operatori ed il potenziale danneggiamento delle attrezzature.

4. If the collector fluid circulation pump does not operate, increase the set point on the high temperature controller to 100°C.
5. Check for collector fluid circulation pump operation (pump should start immediately).
6. Whether or not the collector fluid circulation pump operates, reset the high temperature controller to 95°C.

4. Se la pompa di circolazione del fluido termovettore non funziona, aumentare il punto di riferimento del regolatore dell'alta temperatura, portandolo su 100°C.
5. Controllare il funzionamento della pompa di circolazione del fluido termovettore (la pompa dovrebbe avviarsi immediatamente).
6. Sia che pompa funzioni o meno, reimpostare il regolatore dell'alta temperatura su 95°C.

7. If the collector fluid circulation pump did operate, go to step 12.
8. If the collector fluid circulation pump does not operate and there is no spare pump go to step 11.
9. Valve out the failed collector fluid circulation pump, valve in the spare, and select the spare pump at the control panel.
10. If the spare collector fluid circulation pump does not operate, repeat steps 2 through 6 as appropriate.
11. If there is no spare collector fluid circulation pump available or the spare pump does not operate, see Sect. 3.4.4.
12. Reset the collector fluid circulation pump ΔT controller to 5°C.

7. Se la pompa entra in funzione, procedere con il passo 12.
8. Se la pompa non funziona e non si dispone di una pompa di riserva, procedere con il passo 11.
9. Chiudere i rubinetti di isolamento della pompa guasta ed aprire quelli della pompa di riserva, selezionando quest'ultima sul quadro di comando.
10. Se la pompa di riserva non funziona, se appropriato ripetere i pass dal 2 al 6.
11. Se non si dispone di una pompa di circolazione del fluido termovettore di riserva o se la pompa di riserva non funziona, vedere la sezione 3.4.4.
12. Reimpostare il regolatore ΔT della pompa di circolazione del fluido termovettore su 5°C.

3.2.3 Potable Water Recirculation Pumps

Recirculation loops are installed on many of the solar hot water generators to reduce thermal stratification. These loops may contain installed spare pumps. On some systems, plate heat exchangers have been incorporated into the recirculation loops to replace in-tank bayonet heat exchangers; thus, operation of the recirculation pump

3.2.3 Pompe di ricircolazione dell'acqua potabile

I circuiti di ricircolazione sono installati su parecchi generatori solari di acqua calda al fine di ridurre la stratificazione termica. Tali circuiti possono includere pompe di riserva installate. In alcuni impianti, sono stati incorporati scambiatori di calore a piastre nei circuiti di ricircolazione, al posto degli scambiatori di calore a

may be crucial to the operation of the SDHW system. Operation of the recirculation pumps is interlocked with the collector fluid circulation pumps. If the recirculation loops serve only to reduce thermal stratification (i.e., there is no plate heat exchanger in the loop), the SDHW system can continue to operate, though at reduced efficiency, even if the recirculation pump is not operable.

baionetta posti nell'accumulatore termico. Di conseguenza, il funzionamento della pompa di ricircolazione può risultare cruciale ai fini del funzionamento dell'impianto SDHW. La messa in funzione delle pompe di ricircolazione è interconnessa a quella delle pompe di ricircolazione del fluido termovettore. Se il circuito di ricircolazione serve solamente a ridurre la stratificazione termica (in altri termini, il circuito è privo di scambiatore di calore a piastre), l'impianto SDHW può continuare a funzionare, anche se in modo meno efficiente, persino quando la pompa di ricircolazione non funziona.

1. If the selected potable water recirculation pump is operating, proceed to Sect. 3.2.4.
2. If the potable water recirculation pump is not operating, set the collector fluid circulation pump ΔT controller to 0°C. (Operation of the potable water recirculation pump is interlocked with the collector fluid circulation pump.)
3. If the potable water recirculation pump is operating, proceed to step 12.



The high temperature controller must be reset promptly to avoid potential burns to users and operators and potential damage to equipment.

1. Se la pompa selezionata di ricircolazione dell'acqua potabile funziona, passare alla sezione 3.2.4.
2. Se la pompa di ricircolazione non funziona, impostare il regolatore ΔT dell'apomaz di circolazione del fluido termovettore su 0°C. (Il funzionamento della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile è interconnesso a quella della pompa di circolazione del fluido termovettore.)
3. Se la pompa di ricircolazione dell'acqua potabile funziona, procedere con il passo 12.



Il regolatore dell'alta temperatura deve essere reimpostato tempestivamente per evitare eventuali ustioni degli utenti e degli operatori ed il potenziale danneggiamento delle attrezzature.

4. If the potable water recirculation pump does not operate, increase the set point on the high temperature controller to 100°C.
 5. Check for potable water recirculation pump operation (pump should start immediately).
 6. Whether or not the potable water recirculation pump operates, reset the high temperature controller to 95°C.
 7. If the potable water recirculation pump did operate, go to step 12.
 8. If the potable water recirculation pump does not operate and there is no spare pump go to step 11.
 9. Valve out the failed potable water recirculation pump, valve in the spare, and select the spare pump at the control panel.
 10. If the spare potable water recirculation pump does not operate, repeat steps 2 through 6 as appropriate.
4. Se la pompa di ricircolazione dell'acqua potabile non funziona, aumentare il punto di riferimento del regolatore dell'alta temperatura, impostandolo su 100°C.
 5. Verificare il funzionamento della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile (la pompa dovrebbe avviarsi immediatamente).
 6. Indipendentemente dal funzionamento o meno della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile, reimpostare il regolatore dell'alta temperatura su 95°C.
 7. Se la pompa di ricircolazione dell'acqua potabile entra in funzione, procedere con il passo 12.
 8. Se la pompa di ricircolazione dell'acqua potabile non funziona e non si dispone di una pompa di riserva, procedere con il passo 11.
 9. Chiudere i rubinetti di isolamento della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile guasta ed aprire quelli della pompa di riserva, selezionando quest'ultima sul quadro di comando.
 10. Se la pompa di ricircolazione dell'acqua potabile di riserva non funziona, se appropriato ripetere i passi dal 2 al 6.

11. If there is no spare potable water recirculation pump available or the spare pump does not operate, see Sect. 3.4.4.
12. Reset the potable water recirculation pump ΔT controller to 5°C.

3.2.4 Evaluation of System Performance

Confirmation of the operability of the solar fluid circulation pump and, when appropriate, the potable water recirculation pump usually assures that available solar energy will be collected. The operator may apply his knowledge of the response of each particular system to weather conditions and user demands to gain further assurance that solar energy has been or is being collected. Water temperatures in the solar hot water generator, recirculation lines, and pipes downstream of the solar generator as well as temperatures of the solar fluid circulation lines are influenced by hot water demand and solar insolation in the hours prior to inspection.

After system start-up, and provided conditions are favorable for the collection of solar energy, solar collector fluid temperatures will take time to stabilize. Pipes and equipment that begin at ambient temperature will take heat from the collector fluid until they warm up to the collector fluid temperature.

11. Se non si dispone di una pompa di ricircolazione dell'acqua potabile di riserva o se la pompa di riserva non funziona, vedere la sezione 3.4.4.
12. Reimpostare il regolatore ΔT della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile su 5°C.

3.2.4 Valutazione del rendimento dell'impianto

La conferma del buon funzionamento della pompa di circolazione del fluido termovettore e, laddove appropriato, della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile di solito garantisce la captazione dell'energia solare disponibile. L'operatore può utilizzare la propria conoscenza della risposta di un dato impianto alle condizioni atmosferiche ed alla domanda di consumo per ottenere ulteriori garanzie della captazione avvenuta o in corso dell'energia solare. La temperatura dell'acqua nei generatori solare di acqua calda, nelle tubature di ricircolazione ed in quelle a valle del generatore solare, come pure la temperatura delle tubazioni di circolazione del fluido termovettore, è influenzata dalla domanda di acqua calda e dall'esposizione solare nelle ore precedenti l'ispezione.

Dopo la messa in funzione dell'impianto, sempre che le condizioni siano favorevoli alla captazione dell'energia solare, la temperatura del fluido termovettore ha bisogno di un po' di tempo per stabilizzarsi. Le tubazioni e le attrezzature a temperatura ambiente assorbono il calore dal fluido termovettore finché non si riscaldano, raggiungendo la stessa temperatura del fluido stesso.



Temperature controllers must be reset promptly to avoid potential burns to users and operators and potential damage to equipment.



I regolatori della temperatura devono essere reimposti tempestivamente per evitare eventuali ustioni degli utenti e degli operatori ed il potenziale danneggiamento delle attrezzature.

1. Read temperatures from thermometers. (The various ΔT controllers and thermostats may also be manipulated to determine temperatures. Ensure that controllers are properly reset to the set points perscribed in Sect. 3.1.4, Table 2.)

1. Leggere le temperatura sui termometri. (E' anche possibile manipolare i vari regolatori ΔT ed i termostati al fine di determinare le temperature. Accertarsi che i regolatori siano reimposti in modo appropriato sui punti di riferimento prescritti nelle sezioni 3.1.4, Tabella 2.)



SDHW system piping and equipment may be sufficiently hot to cause burns. Caution should be used if physical examination of piping and equipment is utilized to assure proper operation of the SDHW system.



Le tubazioni e le attrezzature dell'impianto SDHW possono essere sufficientemente calde da causare ustioni. E' necessario eseguire con cautela l'eventuale ispezione fisica delle tubazioni e delle attrezzature, volta a garantire il buon funzionamento dell'impianto SDHW.

2. (OPTIONAL) Evaluate system performance cautiously, and if necessary, by physical examination of piping and equipment.

2. (OPZIONALE) Valutare con cautela il rendimento dell'impianto e, se necessario, eseguire l'esame fisico delle tubazioni e delle attrezzature.

3.2.5 Valve Positions and Controller Settings

The SDHW systems are designed to operate for long periods of time without adjustment and should rarely require any change. Set points should not be changed from those values provided in Sect. 3.1.4,

3.2.5 Posizioni delle valvole ed impostazioni del regolatore

Gli impianti SDHW sono stati progettati per funzionare per lunghi periodi senza alcuna regolazione e raramente richiedono modifiche. Non si dovrebbero modificare i punti di riferimento indicati nella

Table 2 without supervisory approval, and then only on a system-by-system basis.

1. Verify that valve positions are appropriate; reposition if necessary (see Sect. 3.1.3 and the appropriate system diagram Chap. 2)
2. Verify that controller settings are correct; reset if necessary (see Sect. 3.1.4, Table 2).

3.2.6 Reporting

The operator may inspect one or several systems during a single tour. Reports of operation at expected levels are not recorded and do not require further action. Such systems are simply reported as inspected.

1. Discuss deviations from expected system operation with supervision. Changes in conditions which prompt a service visit as well as resolution of those conditions are discussed in Sect. 3.4.

sezione 3.1.4, Tabella 2 senza la previa approvazione del supervisore e, anche in quel caso, le modifiche vanno limitate all'impianto interessato.

1. Verificare la correttezza delle posizioni delle valvole. Se necessario, modificarne la posizione (vedere la sezione 3.1.3 e lo schema dell'impianto del caso presentato nel Capitolo 2).
2. Verificare la correttezza delle impostazioni dei regolatori. Se necessario, reimpostarle (vedere la sezione 3.1.4, Tabella 2).

3.2.6 Relazionamento

L'operatore potrebbe ispezionare uno o più impianti durante un unico giro di ispezione. Il funzionamento ai livelli previsti non viene relazionato e non richiede ulteriore intervento. E' sufficiente riferire di aver ispezionato gli impianti.

1. Le deviazioni dalle condizioni previste di funzionamento devono essere discusse con il supervisore. Le modifiche delle condizioni richiedono un intervento di servizio e la loro risoluzione sono discusse nella sezione 3.4.

3.3 Normal System Shutdown

Normal system shutdown is done prior to maintenance on the SDHW system which requires interruption of flow in the collector fluid loop or interruption of potable water flow through the SDHW system. The object of normal system shutdown is to reduce wear on system components as shutdown proceeds and to prepare those components for a subsequent system start-up.

3.3 Arresto normale dell'impianto

Prima di effettuare la manutenzione di un impianto SDHW, è necessario procedere all'arresto normale del sistema, in modo da interrompere il flusso nel circuito del fluido termovettore o da interrompere il flusso dell'acqua potabile attraverso l'impianto SDHW. Lo scopo dell'arresto normale dell'impianto è quello di ridurre l'usura dei componenti del sistema durante la fase di sospensione del funzionamento e di preparare i componenti stessi in vista della successiva rimessa in funzione dell'impianto.

3.3.1 Auxiliary System Operation

1. Verify operation of the auxiliary oil-fired or electric resistance auxiliary water heating system by reference to appropriate procedures. (This step may be omitted if availability of hot water is not critical during shutdown of the SDHW system.)

3.3.1 Funzionamento dell'impianto ausiliario

1. Verificare il funzionamento dell'impianto ausiliario a gasolio o a resistenza elettrica di riscaldamento dell'acqua facendo riferimento alle relative procedure. (Questo passo può essere omissso se la disponibilità di acqua calda non fosse cruciale durante l'arresto del sistema SDHW.)

3.3.2 SDHW Shutdown

1. If applicable, interrupt power to the recirculation pump for the solar hot water generator.
2. Adjust the ΔT and T_{\min} controllers to stop operation of the collector fluid circulation and potable water recirculation

3.3.2 Arresto dell'impianto SDHW

1. Laddove applicabile, interrompere l'alimentazione elettrica della pompa di ricircolazione del generatore solare d'acqua calda.
2. Mettere a punto i regolatori ΔT e T_{\min} , in modo da arrestare il funzionamento delle pompe di circolazione del fluido

pumps. These actions place controllers in the correct position for system start-up. The ΔT controller is set to its maximum position. The T_{\min} controller is set to its minimum position.

termovettore e delle pompe di ricircolazione dell'acqua potabile. Tale messa a punto predispone i regolatori nella posizione corretta per il successivo avviamento dell'impianto. Il regolatore ΔT va impostato sulla posizione massima. Il regolatore T_{\min} va impostato sulla posizione minima.

3. Interrupt power supply to the collector fluid circulation pumps by push button at the control panel.
3. Interrompere l'alimentazione elettrica delle pompe di circolazione del fluido termovettore, premendo i relativi pulsanti del quadro di comando.
4. Interrupt power supply to the ΔT and T_{\min} controllers by push button at the control panel.
4. Interrompere l'alimentazione elettrica dei regolatori ΔT e T_{\min} , premendo i relativi pulsanti del quadro di comando.
5. If flow of potable water through the SDHW system is to be interrupted, adjust valves in the potable water system to bypass the SDHW system.
5. Se si deve mantenere invariato il flusso di acqua potabile attraverso l'impianto SDHW, regolare le valvole dell'impianto dell'acqua potabile in modo da escludere il sistema SDHW.

3.4 Response to Abnormal Operating Conditions

Abnormal conditions may be encountered during routine inspections and operations or maintenance visits. Such conditions may also be reported by other base personnel.

3.4.1 Emergency Conditions

If an emergency is encountered, immediately notify, as appropriate, the Utilities Division office and the Base Fire Department.

3.4.2 Reporting Unusual Conditions

Report unusual conditions encountered during the inspection visits. Such conditions may require operator response at the time of the inspection visit, as specified in subsequent subsections, and/or a maintenance visit at a later time. If conditions do not dictate a need for immediate reporting, the report of such conditions may be made at the conclusion of the inspection tour.

3.4.3 Equipment Room Flooding

Water on the floor may indicate a leak in the system. General housekeeping practices should be directed toward keeping floors of

3.4 Risposte alle condizioni anomale di funzionamento

Si possono verificare condizioni anomale sia durante le ispezioni ed il funzionamento di routine che nel corso degli interventi di manutenzione. Tali condizioni possono essere riferite da altro personale alla base.

3.4.1 Condizioni di emergenza

Se si verifica un'emergenza, notificare immediatamente l'ufficiale interessato della Divisione Servizi di Pubblica Utilità e la squadra antincendio della base.

3.4.2 Relazionamento di condizioni inconsuete

Riferire le condizioni inconsuete riscontrate nel corso delle ispezioni. Tali condizioni possono richiedere la risposta immediata dell'operatore che svolge l'ispezione, come indicato nelle sezioni successive, e/o un intervento successivo di manutenzione. Se le condizioni non richiedono il relazionamento immediato, il relativo rapporto può essere presentato alla fine del giro di ispezione.

3.4.3 Allagamento della sala macchinari

La presenza d'acqua per terra può indicare una perdita. La prassi generale di tenuta degli ambienti dovrebbe prevenire la presenza

Response to Abnormal Operating Conditions

3.4
3-22

Risposte alle condizioni anomale di funzionamento

equipment rooms clear of water or stored materials.

d'acqua o di materiali immagazzinati sul pavimento della sala macchinari.

1. If moisture or standing water is encountered where previous inspections had indicated none, the change in condition should be reported promptly.

1. Se si notano umidità o pozze d'acqua non rilevate da ispezioni precedenti, si dovrebbe notificare prontamente il cambiamento di condizione.



The presence of electrical equipment in a flooded room may present a hazard from electrical shock.



La presenza di attrezzature elettriche in una stanza allagata può comportare il rischio di shock elettrico.



Caution should be exercised to avoid burns from potentially hot water.



Va prestata attenzione al fine di evitare le ustioni causate dall'acqua potenzialmente calda.



Antifreeze solutions may be toxic. Thoroughly wash affected areas exposed to antifreeze solutions. Obtain prompt medical attention if antifreeze solutions are ingested or splashed into eyes.



Le soluzioni anticongelanti possono essere tossiche. Lavare accuratamente le aree esposte alle soluzioni anticongelanti. Richiedere tempestivamente l'intervento di un medico in caso di ingestione o di entrata in contatto oculare delle soluzioni anticongelanti.



Wet/flooded floors may be slippery.



I pavimenti bagnati o allagati possono essere scivolosi.

2. If possible, the operator should determine the source of the water. Collector circulation fluid may be colored and have a distinctive odor due to the chemicals added to inhibit corrosion and prevent freezing or boiling. An experienced operator may also ascertain the water source by the feel of

2. Se possibile, l'operatore dovrebbe determinare l'origine dell'acqua. Il fluido termovettore in circolo può essere colorato ed avere un odore particolare a causa delle sostanze chimiche addizionate al fine di inibire la corrosione o prevenire il congelamento o l'ebollizione. Un operatore

the water on fingertips. Antifreeze solutions of propylene or ethylene glycol have a slick feel similar to detergent solutions.

esperto potrebbe anche determinare l'origine dell'acqua al tatto. Le soluzioni anticongelanti di propilenglicole o glicole etilenico producono una sensazione tattile untuosa, simile a quella delle soluzioni detergenti.

3.4.4 Failed Pumps

3.4.4 Guasto delle pompe

Collector fluid circulation pumps are essential to SDHW system operation. Potable water recirculation pumps are essential only when the potable water recirculation loop (if present) contains a plate heat exchanger for transferring heat from the collector fluid to the potable water.

Le pompe di circolazione del fluido termovettore sono essenziali ai fini del funzionamento dell'impianto SDHW. Le pompe di ricircolazione dell'acqua potabile sono essenziali solamente quando il circuito di ricircolazione dell'acqua potabile (resente) contiene uno scambiatore di calore a piastre per il trasferimento del calore dal fluido termovettore all'acqua potabile.

Collector fluid circulation pumps

Pompe di circolazione del fluido termovettore

1. If an installed spare collector fluid circulation pump is available, valve it in and turn it on. [This action would normally have been accomplished by following the normal operation procedure for collector fluid circulation pumps (Sect. 3.2.2).]

1. Se fosse disponibile una pompa installata di circolazione del fluido termovettore, attivarla dopo averne aperto i rubinetti di isolamento. [Questa azione viene normalmente portata a termine seguendo le procedure di funzionamento normale delle pompe di circolazione del fluido termovettore (sezione 3.2.2).]

2. If the installed spare pump operates correctly, go to step 4.

2. Se la pompa di riserva installata funziona in modo corretto, procedere con il passo 4.

3. If there is no operable spare collector fluid circulation pump and the following repair/replacement actions cannot be immediately accomplished, shut down the SDHW system per Sect. 3.3.
4. Schedule electricians to determine whether there is an electrical problem with the failed pump or its electrical circuit. If the problem is electrical, electricians should perform appropriate repairs.
5. If the problem is not electrical, schedule the failed collector fluid circulation pump for replacement.

Potable water recirculation pumps

1. If an installed spare potable water recirculation pump is available, valve it in and turn it on. [This action would normally have been accomplished by following the normal operation procedure for potable water recirculation pumps (Sect. 3.2.3).]
2. If the installed spare pump operates correctly, go to step 8.

3. Se non si dispone di una pompa di riserva di circolazione del fluido termovettore e se non fosse possibile effettuare immediatamente le seguenti azioni di riparazione/sostituzione, arrestare l'impianto SDHW come indicato nella sezione 3.3.
4. Richiedere ad un elettricista di determinare l'eventuale presenza di un guasto elettrico della pompa e del suo circuito elettrico. Se il problema fosse di natura elettrica, l'elettricista dovrebbe eseguire le riparazioni del caso.
5. Se il problema non fosse di tipo elettrico, predisporre la sostituzione della pompa guasta di circolazione del fluido termovettore.

Pompe di ricircolazione dell'acqua potabile

1. Se fosse disponibile una pompa di riserva di ricircolazione dell'acqua potabile, metterla in azione dopo averne aperto i rubinetti di isolamento. [Questa azione viene normalmente portata a termine seguendo le procedure di funzionamento normale delle pompe di ricircolazione dell'acqua potabile (sezione 3.2.3).]
2. Se la pompa di riserva installata funziona in modo appropriato, procedere con il passo 8.

3. If the potable water recirculation loop contains a plate heat exchanger for transferring solar energy from the collector loop to the solar hot water generator, go to step 7.
4. If the potable water recirculation loop does not contain a plate heat exchanger, ensure electrical circuits to the potable water recirculation pump are deenergized.
5. If the potable water recirculation loop does not contain a plate heat exchanger, close isolation valves around the recirculation pump.
6. Go to step 8.
7. If the recirculation loop contains a plate heat exchanger and there is no (operable) spare potable water recirculation pump, and if the following repair/replacement actions cannot be immediately accomplished, shut down the SDHW system per Sect. 3.3.
8. Schedule electricians to determine whether there is an electrical problem with the failed pump or its electrical circuit. If the problem is electrical, electricians should perform appropriate repairs.

3. Se il circuito di ricircolazione dell'acqua potabile comprende uno scambiatore di calore a piastre per il trasferimento dell'energia solare dal circuito dell'collettore al generatore solare di acqua calda, procedere con il passo 7.
4. Se il circuito di ricircolazione dell'acqua potabile non comprende uno scambiatore di calore a piastre, accertarsi che i circuiti della pompa di ricircolazione dell'acqua potabile non siano alimentati.
5. Se il circuito di ricircolazione dell'acqua potabile non comprende uno scambiatore di calore a piastre, chiudere i rubinetti di isolamento della pompa di ricircolazione.
6. Procedere con il passo 8.
7. Se il circuito di ricircolazione dell'acqua potabile comprende uno scambiatore di calore a piastre, se non si dispone di una pompa di ricircolazione dell'acqua potabile e se non vengono eseguite immediatamente le seguenti azioni di riparazione/sostituzione, arrestare l'impianto SDHW come indicato nella sezione 3.3.
8. Richiedere ad un elettricista di determinare l'eventuale presenza di un guasto elettrico della pompa e del suo circuito elettrico. Se il problema fosse di natura elettrica, l'elettricista dovrebbe eseguire le riparazioni del caso.

9. If the problem is not electrical, schedule the failed potable water recirculation pump for replacement.

9. Se il problema non fosse di tipo elettrico, predisporre la sostituzione della pompa guasta di ricircolazione dell'acqua potabile.

3.4.5 Expansion Tank Overflow

Some SDHW systems have expansion tanks open to the atmosphere. For these systems, occasional overflow of small amounts of solar collector fluid from the expansion tank may be observed due to thermal expansion. Continuous overflow of water from the expansion tank is not expected. Continuous overflow may result from a malfunctioning potable water float valve in the expansion tank or leakage of high pressure potable water via the solar collector fluid/potable water heat exchanger (in-tank bayonet coils or plate exchangers). The following steps should be taken if the overflow is continuous.

Alcuni impianti SDHW sono dotati di cassette di espansione aperte. In questi sistemi, il traboccamento occasionale di piccole quantità di fluido termovettore può essere causato dalla sua normale espansione termica. Il continuo traboccamento della cassetta di espansione non è comunque previsto e può essere causato dal guasto della valvola a galleggiante della cassetta di espansione o da una perdita dell'acqua potabile ad alta pressione nello scambiatore di calore fluido termovettore/acqua potabile (nei serpentine a baionetta posti nell'accumulatore termico o negli scambiatori a piastre). Se il traboccamento fosse continuo, è necessario intraprendere i passi descritti qui di seguito.

Note: Some SDHW systems share expansion tanks with oil-fired boiler systems. For these systems, continued overflow may indicate leakage between the potable water system and oil-fired boiler recirculation loops. Continued overflow (including overflow that has decreased to a trickle) may also indicate failure of shut off or isolation valves.

Nota - Alcuni impianti SDHW sono dotati di cassette di espansione in comune con le caldaie a gasolio. In questo caso, il traboccamento continuo potrebbe indicare una perdita tra il circuito dell'impianto dell'acqua potabile e quello di ricircolazione della caldaia a gasolio. Il traboccamento continuo (compresa la sua diminuzione a livello di gocciolio) potrebbe anche indicare il guasto dei rubinetti di isolamento o delle valvole di arresto.

1. Close valve in expansion tank makeup line.
 2. If overflow ceases (or decreases to a trickle), report action taken and the need for maintenance of the expansion tank float valve.
 3. If overflow continues, isolate the solar collector fluid collection loop from the potable water system. Shut off solar collector fluid recirculation pumps and close solar collector fluid loop isolation valves around the solar collector fluid/potable water heat exchanger.
 4. If overflow continues, promptly report conditions to supervision.
 5. If overflow ceases (or decreases to a trickle), then perform the following steps.
 6. Isolate the defective heat exchanger from the potable water system. For an in-tank bayonet exchanger, isolate and bypass the solar hot water generator. For a plate exchanger, shut off the recirculation pumps and isolate the plate exchanger.
1. Chiudere la valvola della linea di rabboccodella cassetta di espansione.
 2. Se il traboccamento cessa (o si limita ad un gocciolio), riferire l'azione intrapresa e la necessità di provvedere alla manutenzione della valvola a galleggiante della cassetta di espansione.
 3. Se il traboccamento continua, isolare il circuito di raccolta del fluido termovettore dall'impianto dell'acqua potabile. Arrestare le pompe di ricircolazione del fluido termovettore e chiudere i rubinetti di isolamento del circuito del fluido termovettore a monte ed a valle dello scambiatore di calore fluido termovettore/acqua potabile.
 4. Se il traboccamento continua, riferire tempestivamente la condizione al supervisore.
 5. Se il traboccamento cessa (o si limita ad un gocciolio), intraprendere i seguenti passi.
 6. Isolare lo scambiatore di calore difettoso dall'impianto dell'acqua potabile. Nel caso degli scambiatore di calore a baionetta posti nell' accumulatore termico, isolare ed escludere il generatore solare di acqua calda. Nel caso degli scambiatori di calore a piastre, arrestare le pompe di ricircolazione ed isolare lo scambiatore di calore a piastre.

7. Report actions taken and the need to replace or perform maintenance on the defective heat exchanger.

7. Riferire l'azione intrapresa e l'esigenza di provvedere alla sostituzione o alla manutenzione dello scambiatore di calore difettoso.

3.4.6 Broken/Leaking Solar Panels

3.4.6 Pannelli solari rotti o che perdono

Response to broken/leaking solar panels depends on whether systems contain single or multiple panels and whether multiple panels can be isolated from one another.

La risposta in caso di rottura o di perdita dai pannelli solari dipende dalla presenza di pannelli singoli o multipli e dalla possibilità di isolare o meno i pannelli uno dall'altro.

Multipanel Systems

Impianti multipannello



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica al fine di evitare le cadute.



Collector surfaces, other components, and fluids may be hot. Even on a cloudy day, they may be hot enough to cause burns.



Le superfici dei collettori, degli altri componenti e dei fluidi possono essere calde, al punto da provocare ustioni persino quando il cielo è annuvolato.

Multipanel SDHW systems usually include isolation valves around individual panels or groups of panels. Utilize those isolation valves to valve out broken/leaking solar panels and report the need for repair/replacement. The SDHW system may continue to operate.

Gli impianti SDHW multipannello sono dotati di rubinetti di isolamento a monte ed a valle dei singoli pannelli o di gruppi di pannelli. Utilizzare tali rubinetti per isolare i pannelli solari rotti o che perdono e riferire il bisogno di sostituzione e/o riparazione. L'impianto SDHW può continuare a rimanere in funzione.

Single Panel and Small Multipanel Systems

Sistemi monopannello o a piccoli pannelli multipli



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica al fine di evitare le cadute.



Collector surfaces, other components, and fluids may be hot. Even on a cloudy day, they may be hot enough to cause burns.



Le superfici dei collettori, degli altri componenti e dei fluidi possono essere calde, al punto da provocare ustioni persino quando il cielo è annuvolato.

Shut down SDHW systems having single panels or multiple panels that cannot be isolated (see Sect. 3.3) and close the supply valve to the makeup water line. Report the need for repair/replacement.

Disattivare gli impianti SDHW mono o multipannello i cui pannelli non possano essere isoaltati (vedere la sezione 3.3) e chiudere la valvola di mandata della tubazione dell'acqua di rabbocco. Riferire il bisogno di sostituzione/riparazione.

3.4.7 Improper Controller Settings

Occasionally, controller settings may be found to be improperly set due to oversight/error during previous inspection/maintenance activities. Some improper settings may represent a serious hazard (e.g., too high a set point on the T_{high} controller) while other improper settings may only reduce operational efficiency. In all cases, controllers should be reset to their proper settings (see Sect. 3.1.4, Table 2). If improper controller settings are found at a specific site regularly, the situation should be discussed promptly with supervision.

3.4.7 Impostazioni errate dei regolatori

Di tanto in tanto, le impostazioni dei regolatori possono essere errate a causa di sviste o errori commessi nel corso di attività precedenti di ispezione o di manutenzione. Alcuni errori di impostazione possono essere molto pericolosi (ad esempio, un punto di riferimento troppo elevato del regolatore T_{high}), mentre altri provocano solamente una riduzione dell'efficienza di funzionamento. In ogni caso, i regolatori vanno reimpostati sui valori appropriati (vedere la sezione 3.1.4, Tabella 2). Se si nota ripetutamente la presenza di impostazioni errate dei regolatori nello stesso sito, la situazione va discussa immediatamente con il supervisore.

4.0 MAINTENANCE PROCEDURES

The maintenance procedures presented in this chapter are performed on SDHW systems at Camp Darby. Some are routine procedures done at regular intervals to prevent the operational readiness of the systems from degrading. Others are performed in response to a problem in a specific equipment item or to an event such as a single component failure. Each procedure below presupposes that the system has been placed in one of several stable modes: cold shutdown, standby, or one of the normal operating modes. The maintenance procedures themselves are not a response to abnormal conditions or emergency situations; responses to such conditions form a special class of the operating procedures discussed in Sect. 3.4.

4.0 PROCEDURE DI MANUTENZIONE

Le procedure di manutenzione presentate nel corso di questo capitolo sono riferite agli impianti SDHW di Camp Darby. Alcune sono procedure di routine che vanno effettuate ad intervalli regolari in modo da prevenire il degrado della funzionalità degli impianti. Altre vanno effettuate in risposta ai problemi di un componente specifico o in caso detto componente si guasti. Ogni procedura qui esaminata presuppone che l'impianto sia stato posto in una modalità stabile: arresto a freddo, funzionamento ausiliario o in una delle normali modalità operative. Le procedure di manutenzione non hanno di per sé carattere di risposta a condizioni anomali o a situazioni di emergenza. Le procedure d'emergenza formano una classe speciale delle procedure operative presentate nella sezione 3.4.

4.1 Collector Fluid Drainage and Replacement

At 12-month intervals (usually in autumn), collector fluid must be drained and completely replaced because the propylene glycol, ethylene glycol, and corrosion protection additives degrade slowly at operating temperatures, forming organic acids which could enhance corrosion. Collector fluid may also be partially or fully drained for scheduled and unscheduled maintenance on the pumps, collectors, heat exchangers, or other components exposed to collector fluid. Aside from planned replacements, collector fluid may be drained to a storage vessel and reused following the maintenance operations, or replaced at the supervisor's direction. Maintenance operations may not require complete drainage of the collector fluid, but losses from spills during those operations may require addition of makeup collector fluid. Separate procedures are provided for complete drainage and replacement (Sect. 4.1.1) and for the addition of makeup fluid (Sect. 4.1.2). The procedure for the addition of makeup fluid is also appropriate for initial filling of the collector loop.

4.1.1 Complete Drainage and Replacement

This procedure is followed for the annual (autumn) drainage and replacement of collector fluid. It is also applicable at other times when complete drainage of the collector fluid loop is required.

4.1 Drenaggio e sostituzione del fluido del collettore

Ogni 12 mesi (di solito in autunno), il fluido termovettore va scaricato e sostituito, visto che il propilenglicole, il glicole etilenico e gli additivi anticorrosivi degradano lentamente a causa delle temperature di funzionamento, formando acidi organici che possono favorire la corrosione. Inoltre, il fluido termovettore va scaricato in occasione degli interventi ordinari e straordinari di manutenzione delle pompe, dei collettori, degli scambiatori di calore o di altri componenti esposti al fluido stesso. A parte i casi di sostituzione programmata, il fluido termovettore può essere scaricato in un recipiente di immagazzinaggio, per poi essere riusato una volta conclusosi l'intervento di manutenzione, oppure sostituito su ordine del supervisore. Gli interventi di manutenzione possono non richiedere lo scarico completo del fluido termovettore, tuttavia le perdite da stravaso causate da tali operazioni possono imporre l'addizione di fluido di rabbocco. Vengono indicate procedure separate per lo scarico e per la sostituzione completa (sezione 4.1.1) e per il rabbocco (sezione 4.1.2) del fluido termovettore. La procedura di rabbocco va eseguita anche in occasione del riempimento iniziale del circuito del collettore.

4.1.1 Scarico e sostituzione completa

Questa procedura va eseguita in occasione dello scarico e della sostituzione annuale (in autunno) del fluido del collettore. E' anche applicabile in altre occasioni, qualora sia necessario provvedere allo scarico completo del circuito del fluido termovettore.

Collector Fluid Drainage

Scarico del fluido del collettore



Collector fluid and SDHW equipment may be hot. The operator shall conduct all work in a safe manner.



Il fluido termovettore e le attrezzature SDHW possono essere calde. L'operatore deve svolgere ogni operazione adottando le opportune precauzioni di sicurezza.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

1. Close supply valve to makeup water line.
2. Ensure all bypass valves in the solar collector fluid system are open.
3. If system contains a closed expansion tank, open the highest valve in the system to prevent a vacuum from developing. (This step is omitted if the expansion tank is open to the atmosphere.)
4. Open drain valve and drain solar collector fluid into approved container.

1. Chiudere la valvola di mandata della linea di rabbocco.
2. Accertarsi che tutte le valvole di bypass del sistema del fluido termovettore siano aperte.
3. Se l'impianto comprende una cassetta di espansione chiusa, aprire la valvola posta nella posizione più elevata, in modo da prevenire lo sviluppo di depressione. (Questo passo viene omissso nel caso di cassette di espansione aperte.)
4. Aprire la valvola di scarico e scaricare il fluido termovettore in un contenitore approvato.

Collector Fluid Replacement

Sostituzione del fluido del collettore

5. Prepare replacement solar collector fluid, if needed, according to manufacturer's instructions.

5. Preparare il fluido termovettore sostitutivo eventualmente necessario, in conformità alle istruzioni del produttore.



Collector fluid may leak during subsequent steps. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Nel corso dei passi successivi si possono verificare perdite di fluido termovettore. Intraprendere le misure opportune, al fine di raccogliere e pulire le perdite accidentali.

6. If the system is to be refilled through an open expansion tank, go to step 13.

6. Se l'impianto va riempito tramite una cassetta di espansione aperta, procedere con il passo 13.

Replacement through Drain Valve***Sostituzione tramite la valvola di scarico***

7. Connect pump to drain valve. (A hand pump is commonly used.)

7. Collegare una pompa alla valvola di scarico. (Di solito viene usata una pompa ad azionamento manuale.)

8. Refill solar collector fluid loop with replacement fluid or fluid drained in step 4, as appropriate.

8. Riempire il circuito del fluido termovettore con fluido sostitutivo o con il fluido scaricato nel corso del passo 4, se appropriato.

9. Close drain valve.

9. Chiudere la valvola di scarico.

10. Disconnect pump.

10. Scollegare la pompa.

11. If system contains a closed expansion tank, close the valve opened in step 3. (This step is omitted if the expansion tank is open to the atmosphere.)

11. Se il sistema comprende una cassetta di espansione chiusa, chiudere la valvola aperta nel corso del passo 3. (Questo passo viene ommesso se la cassetta di espansione è aperta.)

12. Go to step 15.

12. Procedere con il passo 15.

Replacement through Open Expansion Tank

Sostituzione tramite la cassetta di espansione aperta

13. Close drain valve.

13. Chiudere la valvola di scarico.



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica ed evitare le cadute.

14. Pump or pour replacement fluid or fluid drained in step 4, as appropriate, into open expansion tank.

14. Pompare o versare nella cassetta ad espansione aperta il fluido sostitutivo o il fluido scaricato nel corso del passo 4, se appropriato.

SDHW System Restart

Rimessa in funzione dell'impianto SDHW

15. Open the supply valve to the makeup water line which was closed in step 1.

15. Aprire la valvola di mandata della tubazione dell'acqua di rabbocco, chiusa nel corso del passo 1.

16. Return all solar collector loop valves to their normal positions and restart SDHW system (see Sect. 3.1.3).

16. Riportare tutte le valvole del circuito del collettore solare sulla loro posizione normale e rimettere in funzione l'impianto SDHW (vedere la sezione 3.1.3).

17. Dispose of excess and used solar collector fluid by an approved, environmentally safe method.

17. Smaltire il fluido termovettore in eccesso o usato secondo un metodo approvato e non inquinante.

4.1.2 Addition of Makeup Fluid

This procedure is followed when makeup collector fluid must be added to the SDHW system. The procedure assumes that the makeup water supply valve is closed.

Collector Fluid Makeup



Collector fluid and SDHW equipment may be hot. Conduct all work in a safe manner.



Il fluido termovettore e le attrezzature SDHW possono essere calde. Eseguire qualsiasi intervento adottando ogni precauzione di sicurezza.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va contenuto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

1. Prepare makeup solar collector fluid according to manufacturer's instructions. (Solar collector fluid drained during a maintenance operation may also be used at the discretion of supervision.)

1. Preparare il fluido termovettore di rabbocco in conformità alle istruzioni del fabbricante. (Il fluido termovettore scaricato nel corso di un intervento di manutenzione può essere usato a discrezione del supervisore.)

2. Turn off solar collector fluid circulation pumps.

2. Disattivare le pompe di circolazione del fluido termovettore.



Collector fluid may leak during subsequent steps. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Nel corso dei passi successivi si possono verificare perdite di fluido termovettore. Intraprendere le misure opportune, al fine di raccogliere e pulire le perdite accidentali.

3. If the system is to be refilled through an open expansion tank, go to step 12.

Replacement through Drain Valve

4. If system contains a closed expansion tank, open the highest valve in the system to allow air to escape during refilling. (This step is omitted if the expansion tank is open to the atmosphere.)
5. Connect pump to drain valve. (A hand pump is commonly used.)
6. Open drain valve.
7. Add makeup solar collector fluid prepared in step 1.
8. Close drain valve.
9. Disconnect pump.
10. If system contains a closed expansion tank, close the valve opened in step 4. (This step is omitted if the expansion tank is open to the atmosphere.)

3. Se l'impianto va riempito attraverso una cassetta di espansione aperta, procedere con il passo 12.

Sostituzione tramite la valvola di scarico

4. Se il sistema comprende una cassetta di espansione chiusa, aprire la valvola posta nella posizione più elevata, in modo da permettere lo sfiato dell'aria durante il riempimento. (Questo passo viene ommesso nel caso di cassette di espansione aperte.)
5. Collegare una pompa alla valvola di scarico. (Di solito viene usata una pompa ad azionamento manuale.)
6. Aprire la valvola di scarico.
7. Aggiungere il fluido di rabbocco preparato nel corso del passo 1.
8. Chiudere la valvola di scarico.
9. Scollegare la pompa.
10. Se il sistema comprende una cassetta di espansione chiusa, chiudere la valvola aperta nel corso del passo 4. (Questo passo viene ommesso se la cassetta di espansione è aperta.)

11. Go to step 13.

Replacement through Open Expansion Tank



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica ed evitare le cadute.

Sostituzione tramite la cassetta di espansione aperta

12. Pump or pour makeup fluid into open expansion tank.

12. Pompare o versare nella cassetta ad espansione aperta il fluido di rabbocco.

SDHW System Restart

Rimessa in funzione dell'impianto SDHW

13. Open the supply valve to the makeup water line.

13. Aprire la valvola di mandata della tubazione dell'acqua di rabbocco.

14. Return all solar collector loop valves to their normal positions and restart SDHW system (see Sect. 3.1.3).

14. Riportare tutte le valvole del circuito del collettore solare sulla loro posizione normale e rimettere in funzione l'impianto SDHW (vedere la sezione 3.1.3).

15. Dispose of excess and used solar collector fluid by an approved, environmentally safe method.

15. Smaltire il fluido termovettore in eccesso o usato secondo un metodo approvato e non inquinante.

4.2 Pump Replacement

Pumps may be separated into two classes based on the driven fluid, either collector fluid circulation pumps or potable water recirculation pumps. Many systems contain only collector fluid circulation pumps.

4.2 Sostituzione della pompa

Le pompe possono essere classificate in due categorie basate sul fluido messo in circolo, acqua potabile o fluido termovettore. Svariati sistemi contengono solamente pompe di circolazione del fluido termovettore.

4.2.1 Collector Fluid Circulation Pumps

4.2.1 Pompe di circolazione del fluido del collettore



Perform electrical work according to facility safety procedures for lock-out and tagging of electrical equipment.



Effettuare i lavori elettrici in conformità alle procedure di sicurezza dell'installazione relative al blocco ed all'assegnazione delle apparecchiature elettriche.



Collector fluid may be hot. Conduct all work in a safe manner.



Il fluido termovettore può essere caldo. Eseguire qualsiasi intervento adottando ogni precauzione di sicurezza.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.



Collector fluid will be spilled and may leak during pump replacement. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Durante la sostituzione della pompa si possono verificare perdite e stravasi del fluido termovettore. Intraprendere le appropriate azioni di contenimento o pulizia.

1. Close supply valve to makeup water line.
 2. Interrupt power to pump.
 3. Close isolation valves around the pump.
 4. Disconnect lead from controller to pump.
 5. Detach pump from fittings in collector fluid circulation loop; drain collector fluid into an approved container for discard or reuse.
 6. Clean and inspect fittings.
 7. Make up new fitting joints using approved joint seal.
 8. Attach new pump to prepared pipe fittings.
 9. Attach lead from controller to pump.
 10. Open isolation valves around pump.
 11. Add makeup solar collector fluid to replace fluid lost in step 5 (see Sect. 4.1.2).
1. Disinserire l'alimentazione della pompa.
 2. Disinserire l'alimentazione della pompa.
 3. Chiudere i rubinetti di arresto a monte ed a valle della pompa.
 4. Scollegare la pompa dal regolatore.
 5. Scollegare la pompa dai raccordi del circuito di circolazione del fluido termovettore. Scaricare il fluido termovettore in un contenitore approvato per l'eliminazione o per il riuso.
 6. Pulire ed ispezionare i raccordi.
 7. Preparare nuove guarnizioni usando un mastice approvato per giunzioni.
 8. Collegare la nuova pompa ai raccordi già preparati.
 9. Collegare il conduttore del regolatore alla pompa.
 10. Aprire i rubinetti di arresto a monte ed a valle della pompa.
 11. Aggiungere fluido termovettore di rabbocco per sostituire il fluido perso nel corso del passo 5 (vedere la sezione 4.1.2).

12. Restore electrical power to pump.
12. Reinserrire l'alimentazione elettrica della pompa.
13. Start pump and observe for normal operation, sound, vibration, leak tightness, and pumping.
13. Avviare la pompa e verificare che funzioni normalmente e che il suono, le vibrazioni, la tenuta ed il pompaggio siano normali.

4.2.2 Potable Water Recirculation Pumps



These pumps are in the potable water supply system and require cleanliness precautions.



Queste pompe fanno parte del sistema di alimentazione dell'acqua potabile e richiedono alcune precauzioni di pulizia.

4.2.2 Pompe di ricircolazione dell'acqua potabile



Perform electrical work according to facility safety procedures for lock-out and tagging of electrical equipment.



Effettuare i lavori elettrici in conformità alle procedure di sicurezza dell'installazione relative al blocco ed all'assegnazione delle apparecchiature elettriche



Potable water in the recirculation loop may be hot. Conduct all work in a safe manner.



L'acqua potabile contenuta nel circuito di ricircolazione può essere calda. Eseguire qualsiasi intervento adottando ogni precauzione di sicurezza.

1. Interrupt power to pump.
1. Disinserire l'alimentazione della pompa.
2. Close isolation valves around the pump.
2. Chiudere i rubinetti di arresto a monte ed a valle della pompa.
3. Disconnect lead from controller to pump.
3. Scollegare la pompa dal regolatore.

4. Detach pump from fittings in potable water circulation loop.
5. Clean and inspect fittings.
6. Make up new fitting joints using approved joint seal.
7. Attach new pump to prepared pipe fittings.
8. Attach lead from controller to pump.
9. Open isolation valves around pump.
10. Restore electrical power to pump.
11. Start pump and observe for normal operation, sound, vibration, leak tightness, and pumping.
4. Scollegare la pompa dai raccordi del circuito di circolazione dell'acqua potabile.
5. Pulire ed ispezionare i raccordi.
6. Preparare nuove guarnizioni usando un mastice approvato per giunzioni.
7. Collegare la nuova pompa ai raccordi già preparati.
8. Collegare il conduttore del regolatore alla pompa.
9. Aprire i rubinetti di arresto a monte ed a valle della pompa.
10. Reinscrivere l'alimentazione elettrica della pompa.
11. Avviare la pompa e verificare che funzioni normalmente e che il suono, le vibrazioni, la tenuta ed il pompaggio siano normali.

4.3 Solar Collector Replacement

Multipanel SDHW systems usually include isolation valves around individual panels or groups of panels. Those valves may be utilized to isolate broken/leaking solar panels during maintenance, allowing continued operation of the balance of the SDHW system. A procedure for solar collector replacement for such multipanel systems is provided in Sect. 4.3.1.

Small SDHW systems having single panels or multiple panels that cannot be isolated must be shut down for solar collector replacement. A procedure for solar collector replacement for such small systems is provided in Sect. 4.3.2.

4.3.1 Multipanel Systems



Exercise caution to avoid cuts; gloves should be worn. Broken glass is one common reason for solar collector replacement. Glass can also be broken as the collector is replaced.



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.

4.3 Sostituzione del collettore di energia solare

Gli impianti multipannello SDHW comprendono normalmente rubinetti di arresto posti a monte ed a valle dei singoli pannelli o di gruppi di pannelli. Nel corso della manutenzione, tali rubinetti possono essere utilizzati per isolare pannelli solari rotti o che perdono, permettendo il continuo funzionamento della rimanente porzione dell'impianto SDHW. La sezione 4.3.1 indica la procedura di sostituzione del collettore di energia solare nel caso degli impianti multipannello.

Gli impianti SDHW di piccole dimensioni a pannelli singoli o multipli non isolabili devono essere disattivati per permettere la sostituzione del collettore dell'energia solare. La relativa procedura è descritta nella sezione 4.3.2.

4.3.1 Impianti multipannello



Fare attenzione ed evitare i tagli. E' necessario indossare guanti. La rottura del vetro è una delle cause più comuni di sostituzione dei collettori di energia solare. Il vetro può rompersi anche durante la sostituzione del collettore.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica ed evitare le cadute.



Collector surfaces, other components, and fluids may be hot. Even on a cloudy day, they may be hot enough to cause burns.



La superficie del collettore, altri componenti e fluidi possono essere caldi al punto da provocare ustioni persino quando il cielo è annuvolato.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

1. Isolate solar collector panel to be replaced using appropriate isolation valves. (This step may have already been taken in response to an abnormal condition, that is a broken/leaking panel.)
2. Detach instrumentation which may be installed on the collector. (Thermocouples and photoelectric radiometers are occasionally attached directly to operating solar collectors.)
3. Remove elastomer coupling from collector inlet and outlet fittings.
4. Detach collector from support framework

1. Isolare il pannello del collettore solare da sostituire per mezzo degli appropriati rubinetti. (Questo passo può essere stato già intrapreso in risposta ad una condizione anomala, ad esempio un pannello rotto o che perde.)
2. Scollegare gli strumenti eventualmente installati sul collettore. (In rare occasioni, sensori della temperatura o radiometri fotoelettrici possono essere collegati direttamente a collettori di energia solare funzionanti.)
3. Rimuovere il giunto elastomerico dai raccordi di entrata e di uscita del collettore.
4. Staccare il collettore dalla struttura di supporto.



Collector fluid may leak during subsequent steps. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Durante i passi successivi, si possono verificare perdite e stravasi del fluido termovettore. Intraprendere le appropriate azioni di contenimento o pulizia.

5. Clean and inspect fittings on replacement collector and on piping to which replacement collector inlet and outlet will be attached.
6. Attach replacement collector to support framework.
7. Install new elastomer coupling between replacement collector fittings and collector fluid supply and return fittings. (The collector fittings should not touch the supply and return fittings, particularly if fittings are dissimilar metals.)
8. Reattach instrumentation, if used.
9. Close supply valve to makeup water line.
10. Open isolation valves closed in step 1.
11. Replace the collector fluid following the procedure provided in Sect. 4.1.2.

4.3.2 Single Panel and Small Multipanel Systems



Exercise caution to avoid cuts; gloves should be worn. Broken glass is one common reason for solar collector replacement. Glass can also be broken as the collector is replaced.

5. Pulire ed ispezionare i raccordi del collettore di ricambio e delle tubature a cui vanno collegate l'entrata e l'uscita del collettore di ricambio.
6. Montare il collettore di ricambio sulla struttura di supporto.
7. Installare il nuovo giunto elastomerico tra i raccordi del collettore di ricambio ed i raccordi di alimentazione e di ritorno del fluido termovettore. (I raccordi del collettore non dovrebbero essere a contatto con i raccordi di alimentazione e di ritorno, specie se sono di metalli diversi.)
8. Ricollegare la strumentazione eventualmente usata.
9. Chiudere la valvola di mandata della tubazione dell'acqua di rabbocco.
10. Aprire i rubinetti di arresto chiusi nel corso del passo 1.
11. Sostituire il fluido termovettore del collettore in conformità alla procedura descritta nella sezione 4.1.2.

4.3.2 Piccoli impianti mono e multipannello



Fare attenzione ed evitare i tagli. E' necessario indossare guanti. La rottura del vetro è una delle cause più comuni di sostituzione dei collettori di energia solare. Il vetro può rompersi anche durante la sostituzione del collettore.



Most solar collectors are located on the roofs of buildings. Follow safe work practices to avoid falls.



Nella maggioranza dei casi, i collettori sono situati sul tetto degli edifici. Osservare la prassi antinfortunistica ed evitare le cadute.



Collector surfaces, other components, and fluids may be hot. Even on a cloudy day, they may be hot enough to cause burns.



La superficie del collettore, altri componenti e fluidi possono essere caldi al punto da provocare ustioni persino quando il cielo è annuvolato.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

1. Drain collector fluid into an approved container for discard or reuse following steps 1 through 4 of the procedure in Sect. 4.1.1.

1. Scaricare il fluido termovettore in un contenitore approvato per l'eliminazione o per il riuso, seguendo i passi dall'1 al 4 della procedura descritta nella sezione 4.1.1.

2. Detach instrumentation which may be installed on the collector. (Thermocouples and photoelectric radiometers are occasionally attached directly to operating solar collectors.)

2. Scollegare gli strumenti eventualmente installati sul collettore. (In rare occasioni, sensori della temperatura o radiometri fotoelettrici possono essere collegati direttamente a collettori di energia solare funzionanti.)



Residual collector fluid may leak during subsequent steps. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Durante i passi successivi, si possono verificare perdite del fluido termovettore residuo. Le appropriate azioni di contenimento o pulizia.

3. Remove elastomer coupling from collector inlet and outlet fittings.
 4. Detach collector from support framework.
 5. Clean and inspect fittings on replacement collector and on piping to which replacement collector inlet and outlet will be attached.
 6. Attach replacement collector to support framework.
 7. Install new elastomer coupling between replacement collector fittings and collector fluid supply and return fittings. (The collector fittings should not touch the supply and return fittings, particularly if fittings are dissimilar metals.)
 8. Reattach instrumentation, if used.
 9. Beginning with step 5 of the procedure provided in Sect. 4.1.1, replace the collector fluid.
3. Rimuovere il giunto elastomerico dai raccordi di entrata e di uscita del collettore.
 4. Staccare il collettore dalla struttura di supporto.
 5. Pulire ed ispezionare i raccordi del collettore di ricambio e delle tubature a cui vanno collegate l'entrata e l'uscita del collettore di ricambio.
 6. Montare il collettore di ricambio sulla struttura di supporto.
 7. Installare il nuovo giunto elastomerico tra i raccordi del collettore di ricambio ed i raccordi di alimentazione e di ritorno del fluido termovettore. (I raccordi del collettore non dovrebbero essere a contatto con i raccordi di alimentazione e di ritorno, specie se sono di metalli diversi.)
 8. Ricollegare la strumentazione eventualmente usata.
 9. Iniziare dal passo 5 della procedura descritta nella sezione 4.1.1. e sostituire il fluido termovettore.

4.4 Maintenance of Heat Exchangers

The heat exchangers used in Camp Darby's SDHW systems are of two general designs: shell-and-tube and plate. Shell-and-tube heat exchangers are difficult to disassemble and clean mechanically. These components are cleaned chemically by circulating a cleaning solution through the fluid passages. Plate heat exchangers are disassembled with relative ease. Mechanical cleaning is preferred for these components. In-tank bayonet exchangers were installed in many systems for transferring heat from the solar collector fluid or auxiliary heating fluid to the potable water; these exchangers are replaced rather than cleaned.

4.4.1 Chemical Cleaning of Shell-and-Tube Exchangers

Chemical cleaning is done in the DEH shops. In addition to the tools needed for removing the heat exchanger from its equipment room, the materials and equipment required include the components of the chemical cleaning solution, flexible hose for temporary connections to establish a recirculation path for the cleaning solution through the heat exchanger, and an electric pump to recirculate the cleaning solution.

4.4 Manutenzione degli scambiatori di calore

Gli scambiatori di calore usati negli impianti SDHW di Camp Darby sono di due tipi: a fascio tubiero ed a piastre. Alcuni scambiatori di calore a fascio tubiero risultano difficili da smontare e pulire meccanicamente. Tali componenti vanno puliti chimicamente facendo circolare una soluzione detergente attraverso i passaggi del fluido. Gli scambiatori di calore a piastre sono relativamente facili da smontare e nel loro caso si preferisce la pulizia meccanica. Si preferisce sostituire anziché pulire gli scambiatori a baionetta posti nell'accumulatore termico ed installati in molti impianti per trasferire calore dal fluido termovettore o dal fluido termovettore ausiliario all'acqua potabile.

4.4.1 Pulizia chimica degli scambiatori a fascio tubiero

La pulizia chimica viene effettuata nelle officine DEH. Oltre agli utensili necessari per rimuovere lo scambiatore dalla sala macchinari, i materiali e le attrezzature necessarie comprendono: gli ingredienti della soluzione chimica detergente, un tubo flessibile da utilizzarsi per formare un percorso isolato temporaneo di ricircolo della soluzione detergente attraverso lo scambiatore di calore ed una pompa elettrica portatile per mettere in circolo la soluzione detergente.

Preparation for cleaning



Heating fluid and SDHW equipment may be hot. The operator shall conduct all work in a safe manner.



Il fluido termovettore e apparecchiature SDHW può essere caldo. Eseguire qualsiasi intervento adottando ogni precauzione di sicurezza.

1. Close isolation valves around the heat exchanger.
2. Disconnect piping from the heat exchanger. Take appropriate actions to catch or clean up spills.
3. Detach the heat exchanger from its mounts.
4. Drain the heat exchanger of residual potable water and heating fluid.
5. Transport heat exchanger to the DEH shops for cleaning.

1. Chiudere i rubinetti di arresto a monte ed a valle dello scambiatore di calore.
2. Scollegare i tubi dalla scambiatore di calore. Il fluido eventualmente versato va raccolto ed pulito in modo appropriato.
3. Scollegare lo scambiatore di calore dal suo supporto.
4. Scaricare l'acqua potabile residua ed il fluido termovettore dallo scambiatore di calore.
5. Trasportare lo scambiatore nell'officina DEH per pulirlo.

Cleaning and Inspection



Cleaning solution is corrosive to human tissue. The operator shall collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



La soluzione detergente corrode i tessuti umani. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

6. Set up the heat exchanger cleaning apparatus.

6. Approntare l'apparato di pulizia dello scambiatore di calore.

Pulizia ed ispezione

7. Connect cleaning apparatus to the heat exchanger in a manner to establish a flow path through both the shell and tube sides of the exchanger.

7. Collegare l'apparato di pulizia allo scambiatore di calore, stabilendo un flusso continuo attraverso il corpo ed i tubi dello scambiatore.



Wear protective clothing, gloves, and face shield when preparing and handling the acid cleaning solution.



Indossare vestiario protettivo, guanti e visiera integrale durante la preparazione ed il maneggio della soluzione acida di pulizia.

8. Prepare acid cleaning solution from stock chemicals. The solution is prepared in the ratio of 4 parts 30% hydrochloric acid solution to 1 part formaldehyde.

8. Preparare la soluzione acida di pulizia miscelando i prodotti chimici. La soluzione prevede la miscelazione di 4 parti di acido muriatico al 30% e di 1 parte di formaldeide.

9. Fill the cleaning apparatus and the heat exchanger with the cleaning solution.

9. Riempire l'apparato di pulizia e lo scambiatore di calore con la soluzione di pulizia.

10. Circulate the cleaning solution through the heat exchanger for half an hour.

10. Far circolare la soluzione detergente nello scambiatore di calore scambiatore di calore per mezzora.

11. Drain the cleaning solution into a container for environmentally safe disposal.

11. Scaricare la soluzione detergente, raccogliendola in un contenitore adatto per lo smaltimento non inquinante.

12. Fill the cleaning apparatus and the heat exchanger with potable water.

12. Riempire l'apparato di pulizia e lo scambiatore di calore con acqua potabile.

13. Circulate the potable water through the heat exchanger for about 5 minutes.

13. Far circolare l'acqua potabile attraverso lo scambiatore di calore per 5 minuti.

14. Drain the rinse water into a container for environmentally safe disposal.
 15. Repeat steps 12 through 14 three or four times.
 16. Clean and inspect potable water and heating fluid loop flanges on the heat exchanger.
- Remounting*
17. Transport heat exchanger back to equipment room.
 18. Flush both sides of the heat exchanger with clean, potable water.
 19. Clean and inspect flanges of potable water and heating fluid loop piping.
 20. Reattach the heat exchanger to its mounts.

Reconnection of potable water



Do not reconnect heating fluid piping until step 33 after the potable water system has been determined to be leak free.

14. Scaricare l'acqua di sciacquo in un contenitore e smaltirla in modo non inquinante.
 15. Ripetere tre o quattro volte i passi dal 12 al 14.
 16. Pulire ed ispezionare le flange del circuito dell'acqua potabile e del fluido termovettore dello scambiatore di calore.
- Rimontaggio*
17. Trasportare lo scambiatore nella sala macchinari.
 18. Sciacquare entrambi i circuiti dello scambiatore con acqua potabile pulita.
 19. Pulire ed ispezionare le flange delle tubature del circuito dell'acqua potabile e del fluido termovettore.
 20. Rimontare lo scambiatore sul supporto.

Ricollegamento dell'acqua potabile



Ricollegare la tubazione del fluido termovettore solamente al passo 33, dopo aver determinato l'assenza di perdite dell'impianto dell'acqua potabile.

21. Make up new fitting joints for the potable water flanges using approved joint seal.
22. Reconnect the potable water piping to the heat exchanger.
23. Open the potable water isolation valves.
24. Go to the user spigots and flush the piping until clear, steady flow is achieved.
25. Check for leaks. Leaks may occur at the potable water flanged joints or from the heating circuit flanges (which have not yet been reconnected).
26. If there are no leaks, go to step 33.

Resolution of potable water leaks

27. If there is leakage from the heating circuit flanges, repair or replace the heat exchanger and return to step 17. Leakage from the heating fluid joints indicates a hole in a tube or tube sheet between the potable water and the heating circuit. This condition will require repair or replacement of the heat exchanger, at the discretion of supervision.

21. Preparare nuove guarnizioni per le flange dell'acqua potabile usando un mastice approvato per giunzioni.
22. Ricollegare la tubazione dell'acqua potabile allo scambiatore di calore.
23. Aprire i rubinetti di arresto dell'acqua potabile.
24. Aprire i rubinetti degli utenti e sciacquare le tubature finché non si ottiene un flusso continuo e pulito d'acqua.
25. Verificare l'assenza di perdite, che si possono verificare in corrispondenza sia dei raccordi flangiati dell'acqua potabile che delle flange del circuito di riscaldamento (che non sono state ancora ricollegate).
26. Se non si riscontrano perdite, procedere con il passo 33.

Eliminazione delle perdite dell'acqua potabile

27. Se le flange del circuito di riscaldamento perdono, riparare o sostituire lo scambiatore di calore e ricominciare dal passo 17. Le perdite dai raccordi del fluido termovettore indicano la presenza di un foro in un tubo o in un fascio tra il circuito dell'acqua potabile e quello di riscaldamento. Questa condizione richiede la riparazione o la sostituzione dello scambiatore di calore, a discrezione del supervisore.

28. If there is leakage from the potable water flanged joints, perform the following steps.
29. Close potable water isolation valves around the exchanger.
30. Disconnect potable water piping from the heat exchanger.
31. Clean and inspect potable water flanges of both the heat exchanger and the piping.
32. Go to step 21.

Reconnection of heating fluid piping

33. Make up new fitting joints for the heating fluid flanges using approved joint seal.
34. Reconnect the heating fluid piping to the heat exchanger.
35. Open the heating fluid isolation valves.
36. If there is leakage from the heating fluid flanged joints, go to step 38.

28. Se i raccordi flangiati dell'acqua potabile perdono, eseguire i passi successivi.
29. Chiudere le valvole di arresto dell'acqua potabile a monte ed a valle dello scambiatore di calore.
30. Scollegare la tubazione dell'acqua potabile dallo scambiatore di calore.
31. Pulire e ispezionare le flange dell'acqua potabile sia dello scambiatore che della tubazione.
32. Procedere con il passo 21.

Ricollegamento della tubazione del fluido termovettore

33. Preparare nuove guarnizioni per le flange del fluido termovettore usando un mastice approvato per giunzioni.
34. Ricollocare la tubazione del fluido termovettore allo scambiatore di calore.
35. Aprire i rubinetti di arresto del fluido termovettore.
36. Se si riscontrano perdite dalle flange del fluido termovettore, procedere con il passo 38.

37. If there are no leaks, follow appropriate procedures from Sect. 3.1 to restart the SDHW system.

37. Se non si riscontrano perdite, seguire le appropriate procedure di rimessa in funzione dell'impianto SDHW descritte nella sezione 3.1.

Resolution of heating fluid leaks

Eliminazione delle perdite del fluido termovettore

38. Close heating fluid isolation valves around the exchanger.

38. Chiudere i rubinetti di arresto del fluido termovettore sia a monte che a valle dello scambiatore di calore.

39. Disconnect heating fluid piping from the heat exchanger.

39. Scollegare la tubazione del fluido termovettore dallo scambiatore di calore.

40. Clean and inspect heating fluid flanges of both the heat exchanger and the piping.

40. Pulire ed ispezionare le flange del fluido termovettore sia dello scambiatore che della tubazione.

41. Go to step 33.

41. Procedere con il passo 33.

4.4.2 Mechanical Cleaning of Plate Exchangers

4.4.2 Pulizia meccanica degli scambiatori a piastre

Plate-type heat exchangers are smaller, lighter, and more easily disassembled than shell-and-tube heat exchangers rated for the same duty. These exchangers are utilized to transfer heat to potable water from either the solar collector loop or auxilliary heating loops. Mechanical cleaning is usually done in the DEH maintenance shops.

Gli scambiatori di calore a piastre sono più piccoli, più leggeri e più facili da smontare degli scambiatori di calore a fascio tubiero aventi le stesse prestazioni nominali. Tali scambiatori sono utilizzati per trasferire il calore all'acqua potabile o dal circuito del collettore solare o dai circuiti ausiliari di riscaldamento. Di solito, la pulizia meccanica viene effettuata nella officine di manutenzione DEH.

Preparation for disassembly and cleaning

Preparazione allo smontaggio ed alla pulizia



Heating fluid and SDHW equipment may be hot. Conduct all work in a safe manner.



Il fluido termovettore e apparecchiature SDHW può essere caldo. Eseguire qualsiasi intervento adottando ogni precauzione di sicurezza.



Collector fluid is toxic. Refer to manufacturer's label for safe handling guidelines. Collect fluid to be discarded and dispose of it by an approved, environmentally safe method.



Il fluido termovettore è tossico. Seguire le indicazioni di sicurezza relative al maneggio stampate sulle etichette dei contenitori. Il fluido da eliminare va raccolto e smaltito secondo un metodo approvato e non inquinante.

1. Close the isolation valves. [If isolation valves are not installed, one or both fluid-filled circuits may need to be drained before the heat exchanger is disconnected. See Sect. 4.1.1, steps 1 through 4, for draining the solar collector loop (a similar procedure would be utilized to drain an auxiliary heating loop); see Sect. 3.3 for draining/bypassing the potable water system.]

1. Chiudere i rubinetti di arresto. [Se non sono stati installati rubinetti di arresto, uno o entrambi i circuiti dei liquidi devono essere scaricati prima di scollegare lo scambiatore di calore. Vedere la sezione 4.1.1, passi 1-4 per istruzioni sullo scarico del circuito del collettore solare (si utilizza una procedura simile per scaricare un circuito ausiliario di riscaldamento). Vedere la sezione 3.3 per istruzioni sullo scarico/esclusione dell'impianto dell'acqua potabile.]



Collector fluid may leak during subsequent steps. Take appropriate actions to catch or clean up spills.



Durante i passi successivi si possono verificare perdite. Intraprendere le appropriate azioni di contenimento o pulizia.

2. Disconnect piping from the heat exchanger.
3. Detach the heat exchanger from its mounts.

2. Scollegare i tubi dallo scambiatore di calore.
3. Scollegare lo scambiatore di calore dal suo supporto.

4. Drain the heat exchanger of potable water and heating fluid.
4. Scaricare l'acqua potabile ed il fluido termovettore dallo scambiatore di calore.
5. Transport heat exchanger to the DEH shops for cleaning.
5. Trasportare lo scambiatore di calore da pulire nell'officina DEH.

Disassembly and cleaning

Smontaggio e pulizia

6. Disassemble the heat exchanger.
6. Smontare lo scambiatore di calore.
7. Remove old gasket material from the plates.
7. Rimuovere il vecchio materiale di guarnizione dalle piastre.
8. Brush each side of each plate to remove all deposits (avoid scratching gasket area).
8. Spazzolare tutti i lati di ogni piastra, in modo da eliminare ogni deposito (evitando di graffiare l'area delle guarnizioni).
9. Rinse plates with clean, potable water.
9. Sciacquare le piastre con acqua potabile pulita.

Inspection and reassembly

Ispezione e riassettaggio

10. Inspect plates carefully for scratches in the gasket area and for holes. Damaged plates must be replaced.
10. Ispezionare attentamente le piastre onde accertare l'assenza sia di graffi nell'area delle guarnizioni che di fori. E' necessario sostituire le piastre danneggiate.
11. Wash plates thoroughly with clean, potable water; clean and inspect flanges of cover plates.
11. Lavare accuratamente le piastre con acqua potabile pulita. Pulire ed ispezionare le flange delle piastre di copertura.

12. Reassemble the heat exchanger according to manufacturers procedures using new gasket material.

12. Rimontare lo scambiatore di calore secondo la procedura indicata dal fabbricante, usando nuove guarnizioni.

Remounting


Reinstallazione


13. Transport heat exchanger back to equipment room.
14. Flush both sides of the heat exchanger with clean, potable water.
15. Clean and inspect flanges of potable water and heating fluid loop piping.
16. Reattach the heat exchanger to its mounts.

13. Trasportare lo scambiatore di calore nella sala macchinari.
14. Sciacquare con acqua potabile pulita entrambi i lati dello scambiatore di calore.
15. Pulire ed ispezionare le flange delle tubazioni del circuito dell'acqua potabile e del fluido termovettore.
16. Rimontare lo scambiatore di calore sui suoi supporti.

Reconnection of potable water

Ricollegamento dell'acqua potabile

17.  Do not reconnect heating fluid piping until step 29 after the potable water system has been determined to be leak free.

17.  Non ricollegare la tubazione del fluido termovettore prima di aver intrapreso il passo 29 di verifica dell'assenza di perdite dell'impianto dell'acqua potabile.

17. Make up new fitting joints for the potable water flanges using approved joint seal.
18. Reconnect the potable water piping to the heat exchanger.

17. Preparare nuove guarnizioni per le flange dell'acqua potabile usando un mastice approvato per giunzioni.
18. Ricollegare la tubazione dell'acqua potabile allo scambiatore di calore.

19. Open the potable water isolation valves. (If the potable water system had to be drained, follow the procedure in Sect. 3.1.1 to refill the system.)
20. Open the user spigots and flush the piping until clear, steady flow is achieved.
21. Check for leaks. Leaks may occur at the potable water flanged joints, at the edges of the plates, or from the heating circuit flanges (which have not yet been reconnected).
22. If there are no leaks, go to step 29.

Resolution of potable water leaks

23. If there is leakage from the edges of the plates or from the heating circuit flanges, go to step 1. Leakage around the edges of the plates indicates improper sealing of gaskets while leakage from the heating fluid joints indicates a hole in a plate between the potable water and the heating circuit; these conditions require disassembly, inspection of the plates for holes and scratches, replacing damaged plates, and reassembly with a new set of gaskets.

19. Aprire i rubinetti di arresto dell'acqua potabile. (Se fosse necessario scaricare l'impianto dell'acqua potabile, seguire la procedura indicata nella sezione 3.1.1 per ricaricarlo.)
20. Aprire i rubinetti degli utenti e sciacquare le tubazioni finché non si ottiene un flusso continuo di acqua pulita.
21. Verificare l'assenza di perdite che si possono verificare in corrispondenza sia dei raccordi flangiati dell'acqua potabile ai bordi delle piastre, che delle flange del circuito di riscaldamento (che non sono state ancora ricollegate).
22. Se non si riscontrano perdite, procedere con il passo 29.

Eliminazione delle perdite dell'acqua potabile

23. Se i bordi delle piastre o le flange del circuito di riscaldamento perdono, tornare al passo 1. Le perdite attorno ai bordi delle piastre indicano la mancata tenuta delle guarnizioni, mentre le perdite dai raccordi del fluido termovettore indicano la presenza di un foro in una piastra tra il circuito dell'acqua potabile e quello di riscaldamento. Queste condizioni richiedono lo smontaggio e l'ispezione delle piastre alla ricerca di fori e di graffi, la sostituzione delle piastre danneggiate ed il riassetto con guarnizioni nuove.

24. If there is leakage from the potable water flanged joints, perform the following steps.
25. Close potable water isolation valves around the exchanger. (If isolation valves are not installed, see Sect. 3.3 for draining/bypassing the potable water system.)
26. Disconnect potable water piping from the heat exchanger.
27. Clean and inspect potable water flanges of both the heat exchanger and the piping.
28. Go to step 17.

Reconnection of heating fluid piping

29. Make up new fitting joints for the heating fluid flanges using approved joint seal.
30. Reconnect the heating fluid piping to the heat exchanger.

Ricollegamento della tubazione del fluido termovettore

24. Se i raccordi dell'acqua potabile perdono, eseguire i passi successivi.
25. Chiudere i rubinetti di arresto dell'acqua potabile a monte ed a valle dello scambiatore di calore. (Se non fossero stati installati rubinetti di arresto, vedere le istruzioni relative allo scarico/esclusione dell'impianto di acqua potabile presentate nella sezione 3.3.)
26. Scollegare la tubazione dell'acqua potabile dallo scambiatore di calore.
27. Pulire ed ispezionare le flange dell'acqua potabile sia dello scambiatore di calore che della tubazione.
28. Procedere con il passo 17.

29. Preparare nuove guarnizioni per le flange del fluido termovettore usando un mastice approvato per giunzioni.
30. Ricollegare la tubazione del fluido termovettore allo scambiatore di calore.

31. Open the heating fluid isolation valves. (If the heating fluid loop had to be drained, follow the procedure in Sect. 4.1.1 beginning with step 5 to refill the system.)
32. Check for leaks. Leaks may occur at the heating fluid flanged joints or at the edges of the plates.
33. If there are no leaks, follow appropriate procedures from Sect. 3.1 to restart the SDHW system.

Resolution of heating fluid leaks

34. If there is leakage from the edges of the plates, go to step 1. Leakage around the edges of the plates indicates improper sealing of gaskets; this condition requires disassembly, inspection of the plates for scratches, and reassembly with a new set of gaskets.
35. If there is leakage from the heating fluid flanged joints, perform the following steps.
36. Close heating fluid isolation valves around the exchanger. [If isolation valves are not installed, see Sect. 4.1.1, steps 1 through 4, for draining the solar collector loop (a similar

31. Aprire i rubinetti di arresto del fluido termovettore. (Se fosse necessario scaricare il circuito del fluido termovettore, seguire la procedura di riempimento dell'impianto indicata nella sezione 4.1.1, a partire dal passo 5.)
32. Verificare l'assenza di perdite che si possono verificare in corrispondenza sia dei raccordi flangiati del fluido termovettore che ai bordi delle piastre.
33. Se non si riscontrano perdite, seguire le appropriate procedure di rimessa in funzione dell'impianto SDHW descritte nella sezione 3.1.

Eliminazione delle perdite del fluido termovettore

34. Se si riscontrano perdite in corrispondenza i bordi delle piastre, ricominciare dal passo 1. Tali perdite indicano la mancata tenuta delle guarnizioni. Questa condizione richiede lo smontaggio, l'ispezione delle piastre alla ricerca di graffi ed il rimontaggio con guarnizioni nuove.
35. Se i raccordi flangiati del fluido termovettore perdono, eseguire i passi successivi.
36. Chiudere i rubinetti di arresto del fluido termovettore sia a monte che a valle dello scambiatore di calore. [Se non sono stati installati rubinetti di arresto, vedere la sezione 4.1.1,

procedure would be utilized to drain an auxillary heating loop).]

passi 1-4 per istruzioni sullo scarico del circuito del collettore solare (si utilizza una procedura simile per scaricare un circuito ausiliario di riscaldamento).]

37. Disconnect heating fluid piping from the heat exchanger.

37. Scollegare la tubazione del fluido termovettore dallo scambiatore di calore.

38. Clean and inspect heating fluid flanges of both the heat exchanger and the piping.

38. Pulire ed ispezionare le flange del fluido termovettore sia della tubazione che dello scambiatore di calore.

39. Go to step 29.

39. Procedere con il passo 29.

4.4.3 Replacing In-Tank Bayonet Heat Exchangers

4.4.3 Sostituzione degli scambiatori di calore a baionetta posti nell'accumulatore termico

In-tank bayonet exchangers are replaced by plate exchangers in a recirculation loop when they become sufficiently corroded or fouled to affect performance. This replacement is a design/construction activity which has already been undertaken on a number of SDHW systems.

Gli scambiatore di calore a baionetta posti nell'accumulatore termico vanno sostituiti da scambiatore di calore a piastre in un circuito di ricircolazione non appena vengono sufficientemente corrosi o incrostati da produrre un rendimento scadente. Tale sostituzione costituisce un'attività progettuale/costruttiva compiuta già su numerosi impianti SDHW.

4.5 Instrument/Controller Replacement

Instrumentation and controls for the SDHW systems considered are similar but not identical. Instrumentation consists of mechanical devices which provide a visual display (e.g., thermometers, pressure gages) and systems which typically include a sensor (e.g., a thermocouple) to provide an electric signal in response to physical conditions, a signal processor which compares the input signal to a set point and generates an output signal, and a controller or display unit.

A controller may be a power switch to turn a pump on or off, a motorized valve which redirects liquid flow, or a separate automatic system such as the auxiliary boiler. Display units may be electro-mechanical (e.g., needle gage) or solid state [e.g., light emitting diode (LED) digital display].

4.5.1 Electronic Component Replacement



Perform electrical work according to facility safety procedures for lock-out and tagging of electrical equipment.

1. Interrupt power supply to the component and all components attached to it. Power switches and circuit breakers are

4.5 Sostituzione degli strumenti e dei regolatori

La strumentazione ed i controlli dei sistemi SDHW considerati sono simili ma non identici. La strumentazione è composta da dispositivi meccanici di visualizzazione (ad es.: termometri, manometri) e da sistemi che di solito comprendono un sensore (ad es.: un sensore della temperatura), generante un segnale elettrico in risposta a condizioni fisiche, un processore del segnale che mette a confronto il segnale in entrata con il punto di riferimento e genera un segnale in uscita, e un regolatore o unità di visualizzazione.

Il regolatore può essere costituito da un commutatore elettrico che attiva o disattiva una pompa, oppure può trattarsi di una valvola motorizzata che ridirige il flusso del liquido. Oppure può essere un impianto automatico separato, quale la caldaia ausiliaria. Le unità di visualizzazione possono essere elettromeccaniche (ad es.: indicatori ad ago) o a stato solido (ad es.: display digitali a diodi luminosi [LED o light emitting diode]).

4.5.1 Sostituzione dei componenti elettronici



Effettuare i lavori elettrici in conformità alle procedure di sicurezza dell'installazione relative al blocco ed all'assegnazione delle apparecchiature elettriche.

1. Disinserire l'alimentazione elettrica del componente e di tutti i componenti ad esso collegati. I commutatori ed i

enclosed in a metal electrical panel attached to the wall in the equipment room. Some systems have separate rooms for the solar hot water generator, and the needed electrical panel may be mounted there.

disgiuntori sono racchiusi in un pannello elettrico montato a parete nella sala macchinari. Alcuni impianti dispongono di sale separate per il generatore solare d'acqua calda ed il pannello elettrico può essere installato in tali sale.

2. Detach component to be replaced from other electrical devices. Leads to other electrical devices typically terminate in jacks that can be unplugged manually. Otherwise, the operator may employ hand tools, as required.

2. Scollegare dagli altri dispositivi elettrici il componente da sostituire. I conduttori che collegano i vari dispositivi elettrici di solito terminano con dei capicorda che possono essere estratti manualmente. In caso contrario, l'operatore può usare gli utensili adatti a seconda della situazione.

3. Remove component from mount. Most components are mounted to metal back plates attached to the equipment room wall or mounted to metal brackets attached to piping and mechanical equipment.

3. Rimuovere il componente dal supporto. La maggior parte dei componenti è montata su piastre di supporto in metallo, fissate ad una parete della sala macchinari, o su staffe in metallo fissate alle tubature o alle attrezzature meccaniche.

4. Attach replacement component to mount. Reverse the operations required to remove the original component.

4. Montare il componente di ricambio sul supporto. Invertire l'ordine delle operazioni di rimozione del componente originale.

5. Reattach leads to other devices.

5. Ricollegare i conduttori di collegamento agli altri dispositivi elettrici.

6. Restore power supply to replacement component and other components in the system. As above, this is usually done at a switch or circuit breaker located in a metal electric panel attached to the equipment room wall.

6. Reinserrire la tensione alimentante il componente sostituito ed i componenti ad esso collegati. Come indicato sopra, ciò viene fatto chiudendo un commutatore o un disgiuntore posto su un pannello elettrico in metallo montato a parete nella sala macchinari.

7. Test replacement component for correct operation. Follow the manufacturers' recommendations for determining correct operation.

7. Verificare il corretto funzionamento del componente sostituito. Seguire le raccomandazioni del fabbricante al fine di determinare la correttezza o meno del funzionamento.

4.5.2 Thermocouple Replacement

Thermocouples are highly reliable and seldom need replacement. It is often difficult to determine if an erroneous temperature reading is due to the thermocouple or measuring/indicating device. An open circuit to the thermocouple or shorting of the leads in the circuit are the typical problems encountered with thermocouples. Either will cause a loss of signal from the thermocouple and indicate a need for replacement. Corrosion of external leads, corrosion of the thermocouple well, or a water leak at the thermocouple can short out the thermocouple. Thus, these conditions indicate impending problems and indicate a need for replacement.

4.5.2 Sostituzione dei sensori della temperatura

I sensori della temperatura sono estremamente affidabili e devono essere sostituiti molto raramente. E' spesso difficile determinare se una lettura errata della temperatura sia imputabile al sensore o all'indicatore/dispositivo di misurazione. Di solito, i problemi manifestati dai sensori della temperatura sono dovuti ad un circuito aperto collegante il sensore stesso o al cortocircuito dei conduttori del circuito. Entrambi i casi provocano una perdita del segnale prodotto dal sensore della temperatura e ne suggeriscono la sostituzione. Inoltre, la corrosione dei conduttori esterni, la corrosione del pozzetto del sensore o un'infiltrazione d'acqua possono cortocircuitare il sensore della temperatura. Di conseguenza, queste condizioni indicano problemi incombenti e la necessità di procedere alla sostituzione del sensore della temperatura.



Perform electrical work according to facility safety procedures for lock-out and tagging of electrical equipment.

1. Before changing the thermocouple, interrupt power to attached components. Caution: although thermocouples normally do not carry significant voltage, the attached



Effettuare i lavori elettrici in conformità alle procedure di sicurezza dell'installazione relative al blocco ed all'assegnazione delle apparecchiature elettriche.

1. Prima di cambiare il sensore della temperatura, disinserire l'alimentazione elettrica dei componenti ad esso collegati. Avvertenza: sebbene i sensori della temperatura non

measuring/indicating devices usually include potentially hazardous power sources.

conducano normalmente una tensione significativa, gli indicatori ed i dispositivi di misurazione ad essi collegati possono comprendere fonti di alimentazione potenzialmente pericolose.

2. Detach thermocouple from electrical leads. Leads to other electrical devices typically terminate in jacks that can be unplugged manually; otherwise, hand tools may be required.
3. Remove thermocouple and housing from system.
4. Install new thermocouple. Reverse the operations required to remove the original component.
5. Attach electrical leads.
6. Restore power to attached components.
7. Observe temperature for indication of normal system operation. If erroneous temperatures are still indicated, the measuring/indicating device may have problems and may have to be changed to correct the problem (see Sect. 4.5.1).

2. Scollegare i conduttori dal sensore della temperatura. I conduttori che collegano i vari dispositivi elettrici di solito terminano con capicorda estraibili manualmente. In caso contrario, l'operatore può usare gli utensili appropriati a seconda della situazione.

3. Rimuovere il sensore della temperatura ed il suo alloggiamento dall'impianto.

4. Installare il nuovo sensore della temperatura. Invertire l'ordine delle operazioni di rimozione del sensore della temperatura originario.

5. Collegare i conduttori elettrici.

6. Reinserrire la tensione alimentante i componenti collegati al sensore della temperatura.

7. Osservare la temperatura in modo da verificare che l'impianto funzioni normalmente. Se continuano ad essere indicate temperature errate, il problema può essere causato dall'indicatore/dispositivo di misurazione, nel qual caso è necessario sostituirlo (vedere 4.5.1).

5.0 SPARE PARTS INVENTORY RECOMMENDATION

The general philosophy of a spare parts program should be to maximize system availability and maintenance convenience. A spare parts inventory should therefore be maintained for two general categories: equipment whose failure cause the system to be inoperable or severely degraded or items that are commonly consumed in general maintenance.

The primary purpose for spare parts inventory is for quick replacement of failed equipment that cause the system to be inoperable or severely degraded. The availability of the system will be improved if the mean downtime of the equipment can be shortened. Having spare equipment on hand will help keep the downtime to a minimum. Spares should not be maintained for equipment with redundant or duplicate components since the system can remain operable while the failed component is out of service. It is not necessary to retain spare parts for equipment intended to improve efficiency or monitor system performance. These types of equipment can be generally viewed as luxuries.

5.0 RACCOMANDAZIONI RELATIVE ALL'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBI

La filosofia generale che ispira ogni programma di identificazione dei pezzi di ricambio dovrebbe consistere nella massimizzazione della disponibilità del sistema e della convenienza di manutenzione. E' perciò necessario mantenere un inventario dei pezzi di ricambio per due categorie generali di componenti: attrezzature il cui guasto rende l'impianto inoperabile o seriamente degradato ed articoli comunemente consumati nel corso della manutenzione generale.

Lo scopo principale di un inventario dei pezzi di ricambio è quello di permettere la rapida sostituzione di attrezzature in caso di guasti che rendano l'impianto inoperabile o che ne degradino gravemente le prestazioni. Se si riduce la durata dei tempi passivi, è possibile migliorare la disponibilità dell'impianto. Avendo a portata di mano le opportune attrezzature di ricambio, è possibile ridurre al minimo i tempi passivi. I pezzi di ricambio non dovrebbero includere attrezzature dotate di componenti ridondanti o duplicati, visto che il sistema rimane operabile anche se si guasta uno dei componenti. Non è necessario conservare ricambi di attrezzature destinate a migliorare l'efficienza o a monitorare le prestazioni dell'impianto, visto che, in genere, questi tipi di dispositivi possono essere considerati "un lusso".

It is important to point out that spares should only be stocked for random failures. It is not necessary to stock spares for equipment suffering from wear-out. Wear-out can generally be detected during surveillance or daily inspections and a replacement can be secured and installed before failure occurs. Signs of wear-out may be abnormal noises, small leaks, degraded performance, or corrosion.

The secondary purpose for a spare parts inventory is for maintenance convenience. Items that are commonly consumed during general maintenance should be stocked simply so that jobs can be performed in a timely fashion. Such items may include lubricating mediums, pipe fittings, piping, flange gaskets, etc.

Equipment that is large, expensive, and reliable should not be spared. Large pieces of equipment such as storage tanks, expansion tanks, or heat exchangers should not be kept as spares. These types of equipment require excessive space for storage, have a high cost, and are expected to operate for many years before failing. In addition, this equipment will generally show signs of wear-out before failing. If failure does occur, it may be possible in some cases to obtain a replacement while the old equipment is being removed and the system prepared for the new equipment.

E' importante evidenziare come si debba tenere in magazzino solamente pezzi di ricambio destinati ad ovviare a guasti casuali. Non è necessario tenere in inventario pezzi di ricambio per attrezzature soggette ad usura. Generalmente, l'usura può essere rilevata durante la sorveglianza o le ispezioni giornaliere ed è possibile ottenere ed installare un pezzo di ricambio prima che si verifichi un guasto. I segni di usura comprendono rumori anomali, piccole perdite, degrado delle prestazioni o corrosione.

Lo scopo secondario di un inventario dei pezzi di ricambio consiste nell'assicurare la convenienza di manutenzione. Gli articoli solitamente consumati nel corso degli interventi di manutenzione generale dovrebbero essere immagazzinati semplicemente per garantire la tempestività della manutenzione. Tali articoli comprendono lubrificanti, raccordi dei tubi, tubazioni, guarnizioni delle flange, etc.

Non è opportuno tenere in inventario i ricambi di attrezzature di grandi dimensioni, costose ed affidabili. Pezzi di grandi dimensioni quali serbatoi accumulatori, cassette di espansione o scambiatori di calore richiedono eccessivo spazio di stoccaggio, sono molto costosi ed hanno una durata prevista di molti anni. Inoltre, queste attrezzature di solito evidenziano segni di usura prima di guastarsi. In caso di malfunzione, in alcuni casi è possibile ottenere un pezzo di ricambio mentre si procede alla rimozione del pezzo guasto e si prepara l'impianto per la nuova attrezzatura.

For each model number or class of components which meets the criteria, a spare parts inventory recommendation should be obtained from a component failure rate. The rates used in this section are based on broad industrial experience with these equipment items. Parts known to be very reliable, large, and expensive have been eliminated from consideration. Parts and supplies consumed during routine maintenance will be stocked in quantities determined by past consumption rates and anticipated future needs, without a formal recommendation for inventory. Parts are recommended for the spare parts inventory where any component not screened out previously is installed singly, so that failure of the component causes the system to be inoperable or system performance to be severely degraded. Where systems have identical components in parallel, providing redundancy, no spares are inventoried for those systems. Once a component type requiring a spare parts inventory recommendation is identified, a number of required spares is determined for each model number or interchangeable set of model numbers. The number of spares to be retained should be obtained from the number of such components in service throughout the site, the known failure rate for that class of equipment in general industrial service, and from the time period of interest, usually a year. Choice of a time period may be dictated by annual plant turnarounds, by fiscal year purchasing patterns, or by the time required between ordering and part delivery. The required number of spares can be determined from the following equation,

Per ogni numero di modello o classe di componenti che soddisfai i criteri, è opportuno ottenere una raccomandazione relativa all'inventario dei pezzi di ricambio basata sulla frequenza di guasto del componente. I tassi usati in questa sezione sono stati formulati in base ad una vasta esperienza industriale con tali attrezzature. I pezzi molto affidabili, di grandi dimensioni e costosi non sono stati presi in considerazione. I pezzi e gli articoli consumati durante la manutenzione ordinaria vanno mantenuti in stock in quantità determinate in base ai trascorsi tassi di consumo ed alle previsioni dei fabbisogni futuri, senza alcuna raccomandazione formale di inventario. I pezzi di cui si suggerisce l'inclusione nell'inventario corrispondono ai componenti non esclusi in precedenza, installati quali pezzi singoli, la cui malfunzione causa il mancato funzionamento o la grave degradazione funzionale dell'impianto. Nel caso di impianti dotati di componenti identici in parallelo (ridondanti), non si prevede l'inclusione in inventario di tali pezzi. Una volta identificato un tipo di componente richiedente una raccomandazione di inclusione in inventario, viene determinato il numero dei pezzi di ricambio necessari a seconda del numero di modello o del gruppo di numeri di modello intercambiabili. Il numero di pezzi di ricambio da mantenere in stock va calcolato tenendo presente il numero di tali componenti in servizio, la frequenza conosciuta di malfunzioni proprio di tale classe di attrezzature industriali ed un periodo di tempo dato, di solito un anno. La scelta del lasso di tempo può essere dettata dalla revisione annuale degli impianti, dall'andamento degli acquisti nel corso dell'anno fiscale o dall'intervallo di tempo intercorrente tra la

richiesta e la ricezione degli ordinativi evasi. Il numero dei necessari pezzi di ricambio può essere determinato applicando la seguente equazione:

$$S = N (1 - e^{-\lambda t}), \quad (1)$$

where

S = number of spares to be placed in inventory,
 N = number of items within that model number or interchangeable class,
 λ = failure rate for the component, failures/hour,
 t = time period of interest (8760 hours, corresponding to one year).

The expression in parentheses in the above equation is known as the expected number of failures, or ENF. The ENF is an expression commonly used in reliability analyses of components and systems. For a reliable piece of equipment, the expected number of failures may be much less than 1 per year, so that the number S of spares from the equation is less than one. If the result is less than one, then one spare should be retained for that model number or set of interchangeable model numbers. If the calculated value of S is greater than one, the number of spares to be stocked is the smallest integer which is equal to or larger than S (e.g., a value for S of 1.1 on a given component would result in keeping two of that component in inventory). The analysis above is a commonly used, simple method; more sophisticated methods of analysis are available, but

$$S = N (1 - e^{-\lambda t}), \quad (1)$$

laddove,

S = numero di pezzi di ricambio da tenere in inventario
 N = numero di articoli aventi lo stesso numero di modello o appartenenti alla stessa classe intercambiabile
 λ = frequenza di malfunzioni del componente, guasti/ora
 t = periodo di tempo dato (8760 ore, corrispondenti ad un anno)

L'espressione tra parentesi dell'equazione di cui sopra corrisponde al cosiddetto ENF (Expected Number of Failures o numero previsto di malfunzioni). L'ENF è un'espressione usata comunemente ai fini dell'analisi di affidabilità dei componenti e dei sistemi. Nel caso di attrezzature affidabili, il numero previsto di malfunzioni può essere inferiore ad 1 per anno. Perciò il numero di ricambi S derivato dall'equazione risulta essere inferiore ad uno. In questo caso, si dovrebbe includere in inventario un pezzo di ricambio per tale numero di modello o gruppo di numeri di modello intercambiabili. Se il valore calcolato di S è superiore ad uno, il numero di pezzi da mantenere in stock corrisponde al più piccolo numero intero pari o maggiore di S (ad esempio se un componente ha un valore S pari ad 1,1, è necessario mantenere in inventario due pezzi di ricambio del

such methods are more suitable to larger projects when more complete data are available.

componente stesso). Il metodo di analisi precedente è semplice e diffuso. Ne esistono altri più sofisticati, che sono comunque più adatti a progetti di vaste dimensioni, in relazione ai quali sono disponibili dati più completi.

The number of spares retained for parts commonly consumed during regular maintenance should be dictated by past experience. Records should be kept of the frequency and size of common consumable orders. Records should also be kept indicating the time required to receive the orders once they are placed. Based on this information, decisions can be made concerning the number of spares to be stocked for future use.

Nel caso di pezzi usati comunemente durante la manutenzione ordinaria, il numero dei ricambi da conservare in magazzino dovrebbe essere determinato in base alla passata esperienza. E' necessario registrare la frequenza e dimensione degli ordinativi dei pezzi consumati comunemente, come pure l'intervallo di tempo intercorrente tra la richiesta e la ricezione degli ordinativi evasi. Sulla base di queste informazioni è possibile prendere decisioni concernenti il numero di pezzi di ricambio da tenere in inventario.

Spare parts should be protected against deterioration while in storage. Parts should be protected from rust, dust, dry-rot, insect invasion or any other cause of premature failure. This may be accomplished by hermetically sealing parts and following vendor recommendations for storage.

I ricambi vanno protetti contro il deterioramento in magazzino. I pezzi devono essere protetti contro la ruggine, la polvere, la putrefazione secca, gli insetti e qualsiasi altra causa di malfunzione precoce. E' possibile conseguire questo risultato sigillando ermeticamente i pezzi e seguendo le istruzioni di immagazzinaggio del fabbricante.

Equipment such as pumps, valves, controllers, etc., should be standardized as much as possible in order to reduce the variation of required spare parts. For instance, the same type pump should be used in as many applications as possible, particularly if it eliminates a pump that is totally unique to all others.

Attrezzature quali le pompe, le valvole, i regolatori, etc. dovrebbero essere standardizzate il più possibile in modo da ridurre le variazioni dei pezzi di ricambio. Per esempio, lo stesso tipo di pompa dovrebbe essere usato per il numero più vasto possibile di applicazioni, specie se elimina una pompa totalmente unica rispetto alle altre.

For equipment that is spared in place (redundant equipment supplied), it may be desirable to rotate the operating and standby equipment so that they are subjected to approximately the same amount of use. This causes the components to wear evenly and may extend the life of the components. The possibility of redundant equipment wearing out at the same time should not present a problem since replacement should be initiated at the early stages of wear-out before catastrophic failure.

Figure 23 is a flow chart illustrating the steps taken in making a decision as to whether or not a component should be retained in spare parts inventory. Table 3 contains information as to whether or not each Camp Darby solar system component should be retained in inventory as well as presenting the justification for these decisions. If the component is to be maintained in inventory, a representative failure rate is provided and the recommended number of the component to be maintained is given as calculated from Eq. 1.

Many parts are identical within several different systems and these identical components are lumped together in Table 3. Table C.2 in Appendix C provides a component location matrix which lists the components and the number of units used in each building.

Nel caso di attrezzature con ricambi già installati (fornitura di attrezzature ridondanti), può convenire ruotare le attrezzature in funzione e quelle di riserva, in modo da usarle entrambe in modo approssimativamente uguale. In questo modo, i componenti si usurano uniformemente e dovrebbero durare di più. La possibilità di un'usura simultanea di attrezzature ridondanti non dovrebbe rappresentare un problema, visto che la loro sostituzione dovrebbe avvenire durante le prime fasi di usura, prima che si verifichino guasti catastrofici.

La Figura 23 illustra un reogramma dei passi da intraprendere per decidere se includere o meno un componente nell'inventario dei pezzi di ricambio. La Tabella 3 presenta informazioni su quali componenti degli impianti solari di Camp Darby vadano inclusi o meno nell'inventario dei pezzi di ricambio, oltre ad indicare le ragioni della scelta. Se un componente va mantenuto in inventario, ne viene riportata la frequenza di guasto indicativa ed il numero raccomandato di componenti da mantenere in stock, dedotto in base all'equazione 1.

Molti pezzi sono gli stessi in svariati sistemi e tali componenti sono raggruppati assieme nella Tabella 3. La Tabella C.2 dell'Appendice C fornisce una matrice di localizzazione dei componenti, elencante i componenti ed il numero di unità presenti in ogni fabbricato.

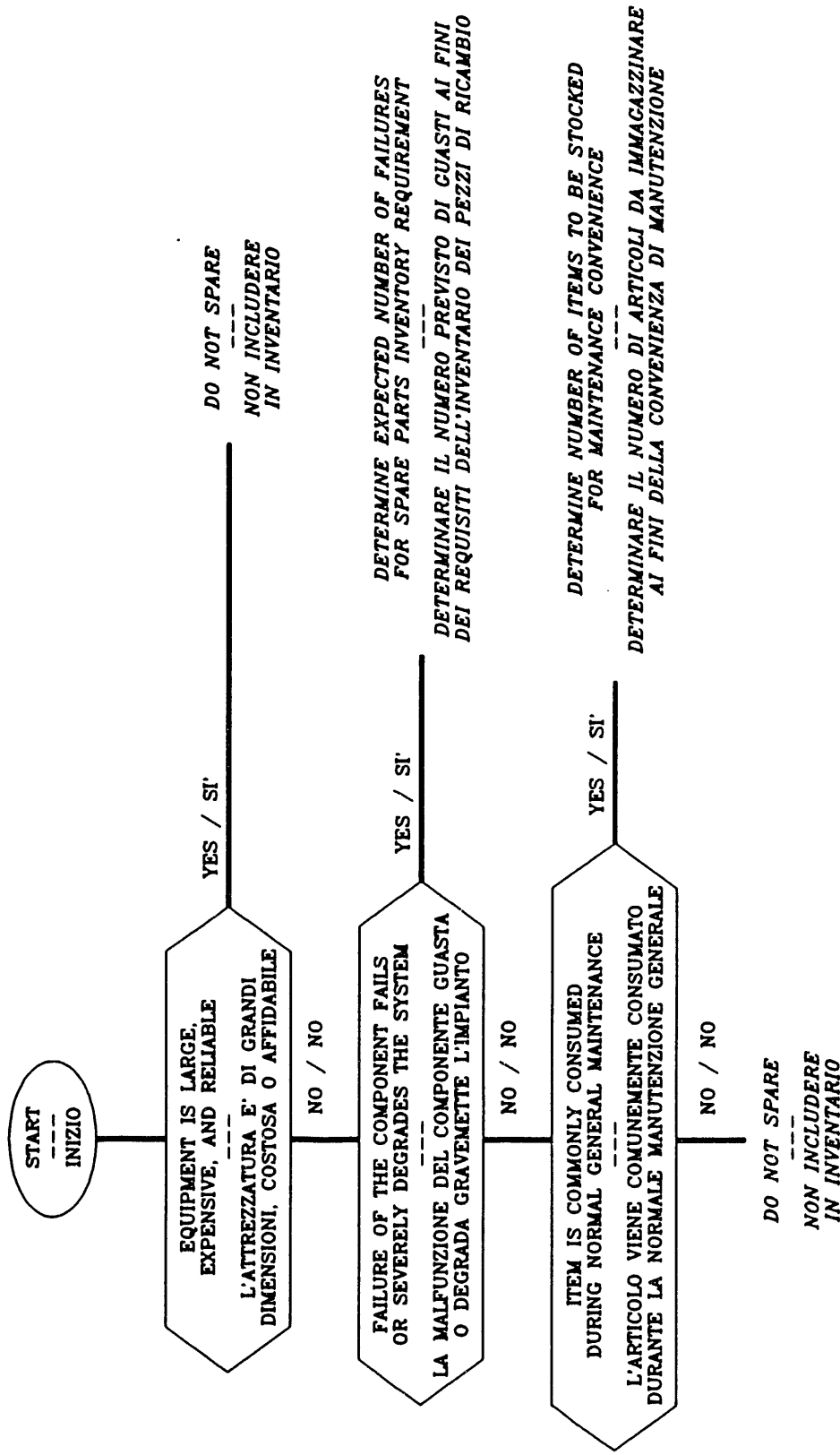


Fig. 23. Decision tree for spare parts inventory recommendation.

Figura 23. Processo decisionale ai fini delle raccomandazioni relative all'inventario dei pezzi di ricambio.

Table 3. Camp Darby solar system spare parts inventory recommendation

Tabella 3. Raccomandazioni relative all'inventario dei pezzi di ricambio per gli impianti solari di Camp Darby

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componento installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
<i>Collectors (Collettori)</i>				
401-1 (406-1, 409-1, 412-1, 702-26, 723-26, 824-1, 5150-25)	No / No A			
689-19	No / No A			
701-4 (771-4, 5023-4, 5130-4, 5164-4)	No / No A			
829-CS	No / No A			
836-A	No / No A			
5140-1 (5141-1)	No / No A			
<i>Hot Water Generators and Tanks (Generatori ed accumulatori di acqua calda)</i>				
401-2 (406-2, 409-2, 412-2)	No / No A			
401-A (406-A, 409-A)	No / No A			
689-20	No / No A			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componento installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
689-23	No / No A			
701-1	No / No A			
701-A	No / No A			
702-25	No / No A			
723-25 (5150-28)	No / No A			
771-1 (5130-1, 5164-1)	No / No A			
824-2	No / No A			
824-15	No / No A			
829-A ₁	No / No A			
829-A ₂	No / No A			
836-B	No / No A			
836-C	No / No A			
5023-1	No / No A			
5023-A	No / No A			
5140-2 (5141-2)	No / No A			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
5140-3 (5141-3)	No / No A			
<i>Expansion Tanks (Cassette di espansione)</i>				
401-3 (406-3)	No / No A			
409-3 (412-3)	No / No A			
689-26	No / No A			
701-B (5023-B, 5130-B, 5164-B)	No / No A			
702-36 (723-36, 5150-27)	No / No A			
771-B	No / No A			
824-3	No / No A			
829-V _x	No / No A			
836-D	No / No A			
5140-16 (5141-16)	No / No A			
<i>Pumps (Pompe)</i>				
401-B (406-B, 409-B, 412-19, 702-29, 5150-B)	No / No C			
401-4 (406-4, 409-4, 412-4, 824-7)	No / No C			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
401-15 (406-15, 409-15, 412-15)	No / No C			
689-11	No / No C			
689-12	No / No C			
689-13	No / No C			
689-14	No / No C			
689-15	No / No C			
701-2 (701-3, 5023-2, 5023-3, 5130-2, 5130-3, 5164-2, 5164-3)	Yes / Sì B	0.254	8	3
702-A (702-14, 702-21, 5150-29)	No / No C			
702-5	No / No C			
723-14	No / No C			
723-21	No / No D			
723-29	No / No C			
771-2 (771-3)	Yes / Sì B	0.254	2	1
824-7	No / No C			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
824-19	No / No C			
824-20	No / No C			
824-21	No / No C			
829-B	Yes / SI B	0.254	1	1
829-PC	No / No C			
829-PS	No / No C			
836-E	No / No C			
836-F	No / No C			
5140-15 (5141-15)	No / No C			
5140-17 (5140-19, 5141-17)	No / No C			
5150-A	Yes / SI B	0.254	1	1
<i>Valves (Valvole)</i>				
401-5 (406-5, 409-5, 412-5)	Yes / SI B	0.063	4	1
401-18 (406-18, 409-18, 412-18)	Yes / SI B	0.063	4	1
689-21	Yes / SI B	0.063	1	1

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componento installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
689-22	Yes / SI B	0.063	1	1
689-27	Yes / SI B	0.063	1	1
702-4	Yes / SI B	0.063	1	1
702-17 (824-13, 5140-14, 5141-14)	Yes / SI B	0.063	4	1
723-17 (5150-C, 5150-19)	Yes / SI B	0.063	3	1
824-23	Yes / SI B	0.063	2	1
824-28	Yes / SI B	0.063	1	1
824-38 (824-B)	Yes / SI B	0.063	2	1
829-V ₁	Yes / SI B	0.063	1	1
836-G	Yes / SI B	0.063	1	1
<i>Temperature Regulators and Thermostats (Regolatori della temperatura e termostati)</i>				
401-6 (406-6, 409-6, 412-6, 5140-26, 5141-26)	Yes / SI B	0.042	6	1
401-7 (406-7, 409-7, 412-7, 5140-11, 5141-11)	Yes / SI B	0.001	6	1
401-10 (406-10, 409-10, 412-10)	Yes / SI B	0.042	4	1
401-11 (406-11, 409-11, 412-11)	Yes / SI B	0.042	4	1

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
689-2 (723-8, 824-36, 5140-20, 5150-9)	Yes / Sì B	0.042	7	1
689-3	Yes / Sì B	0.042	1	1
689-35	No / No D			
689-36 (702-12, 723-12, 5150-10)	Yes / Sì B	0.042	4	1
689-39	No / No D			
702-19 (723-19, 5140-8, 5140-9, 5141-8, 5141-9, 5150-33)	Yes / Sì B	0.042	7	1
702-20 (723-20, 824-4, 5150-31)	Yes / Sì B	0.001	4	1
702-24 (723-24, 824-8, 5140-6, 5141-6, 5150-34)	Yes / Sì B	0.042	7	1
824-9 (824-16)	Yes / Sì B	0.042	3	1
824-24 (824-25, 824-26)	Yes / Sì B	0.042	6	1
829-T ₁	Yes / Sì B	0.042	1	1
836-I	Yes / Sì B	0.001	2	1
<i>Air Handling Units (Unità di trattamento dell'aria)</i>				
689-17	No / No D			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
824-22	No / No D			
<i>Heat Exchangers (Scambiatori di calore)</i>				
401-16 (406-16, 409-16)	No / No A			
412-16	No / No A			
689-24	No / No A			
701-C (771-C, 5023-C, 5130-C, 5164-C)	No / No A			
702-B	No / No A			
702-16	No / No A			
723-16	No / No A			
824-A	No / No A			
829-D	No / No A			
836-J	No / No A			
836-K	No / No A			
5150-D	No / No A			
5150-20	No / No A			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification* Raccomandato e giustificazione* per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componento installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
<i>Meters (Misuratori)</i>				
401-8 (401-9, 406-8, 406-9, 409-8, 409-9, 412-8, 412-9, 5140-12, 5140-13, 5141-12, 5141-13)	No / No D			
689-30 (723-30)	No / No D			
689-31 (723-31)	No / No D			
689-32 (723-32)	No / No D			
689-34 (702-11, 723-11, 824-18, 5150-11)	No / No D			
689-38	No / No D			
701-7 (771-7, 5023-7, 5130-7, 5164-7)	No / No D			
701-19 (702-34, 723-34, 771-19, 5023-19, 5130-19, 5150-30, 5164-19)	No / No D			
701-20 (771-20, 5023-20, 5130-20, 5164-20)	No / No D			
702-6 (5150-7)	No / No D			
702-13 (5150-8)	No / No D			
702-22 (723-22, 824-5, 5150-32)	No / No D			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componento installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
5140-18 (5141-18)	No / No D			
5140-21 (5141-21)	No / No D			
5140-22 (5141-22)	No / No D			
5140-23 (5141-23)	No / No D			
5140-24 (5141-24)	No / No D			
<i>Electric Resistance Units (Resistenze elettriche)</i>				
701-5	No / No A			
771-5	No / No A			
5023-5	No / No A			
5130-5 (5164-5)	No / No A			
5140-4 (5141-4)	No / No A			
<i>Miscellaneous (Varie)</i>				
702-35	No / No D			
723-28	No / No D			

Table 3

Tabella 3

Component Componente	Recommendation and Justification ^a for Inventory Raccomandato e giustificazione ^a per l'inventario	Failure Rate Frequenza di guasto	Number of components installed Numero di componente installati	Number of Components Maintained in Inventory Numero di componenti da tenere in inventario
5140-5 (5141-5)	No / No D			
5140-10 (5141-10)	No / No D			

^a Explanation of codes for "Justification."

^a Legenda dei codici di giustificazione

- A Excluded from spare parts inventory: component is reliable, expensive, or too large and heavy to stock.
- B Recommended for spare parts inventory: part is a nonredundant component necessary for system operation.
- C Excluded from spare parts inventory: idle spares are built into the system.
- D Excluded from spare parts inventory: component is not necessary for effective system operation.

- A Pezzo escluso dall'inventario dei ricambi: il componente è affidabile, costoso o troppo ingombrante o pesante da mantenere in stock.
- B Pezzo di cui si raccomanda l'inclusione nell'inventario: il pezzo è un componente non ridondante, necessario al funzionamento dell'impianto.
- C Pezzo escluso dall'inventario dei ricambi: ricambi inattivi sono incorporati nell'impianto.
- D Pezzo escluso dall'inventario dei ricambi: il componente non è indispensabile al funzionamento efficace dell'impianto.

Appendix A. WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Corrosion in general, and of the solar domestic hot water (SDHW) systems in particular, has been considered a problem by the Camp Darby Directorate of Energy and Housing (DEH); evidence thereof was noted during site visits in 1990 and 1992. Camp Darby DEH has an ongoing corrosion control program in which mild steel pipe and fittings are being replaced by plastic equivalents. The intent of this program is to reduce instances of accelerated corrosion due to galvanic couples. This strategy should prove effective at specific trouble spots, though the rate of general corrosion should not be affected. Systems containing plastic, however, may be subject to increased biological corrosion if the plastic utilized "feeds" bacteria. Care must also be taken as plastic parts are added to maintain the integrity of the equipment grounding. Camp Darby DEH is also substituting components less susceptible to corrosion for original components more prone to damage and performance degradation under corrosive conditions. An example of this second strategy is the substitution of plate heat exchangers for in-tank coils at the solar hot water generators. A third strategy would be to upgrade the water quality further, particularly at the outlying Leghorn Depot. Hard, saline water from local wells has a high conductance which supports higher corrosion rates. Further water purification will lengthen the life of the cold and hot water supply systems, including the solar domestic hot water systems. The existing reverse osmosis

Appendice A. CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

A detta del Direttore dell'Energia e degli Alloggi (DEH o Directorate of Energy and Housing) di Camp Darby, la corrosione in genere e quella degli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria (SDHW o Solar Domestic Hot Water) in particolare era problematica. La cosa è stata evidenziata nel corso dei sopralluoghi condotti nel 1990 e nel 1992. Il DEH di Camp Darby ha messo in atto un programma di controllo continuato della corrosione, che prevede la sostituzione delle tubature e dei raccordi in acciaio dolce con equivalenti in plastica. Tale programma si propone di ridurre l'incidenza di corrosione accelerata dovuta ad elettrolisi. Questa strategia dovrebbe dimostrarsi efficace nei confronti di siti specifici, senza però modificare il tasso di corrosione generale. Tuttavia, gli impianti comprendenti componenti in plastica possono essere soggetti ad un'accresciuta corrosione biologica qualora la plastica utilizzata favorisse la crescita batterica. A seguito dell'aggiunta di componenti in plastica, bisogna fare attenzione al mantenimento della messa a terra delle attrezzature. Il DEH di Camp Darby sta anche sostituendo componenti originali suscettibili ai guasti ed alla degradazione del rendimento in presenza di condizioni corrosive con altri meno prони alla corrosione. Un esempio di questa seconda strategia è dato dalla sostituzione dei serpentine posti nell'accumulatore termico dei generatori solari di acqua calda con scambiatore di calore a piastre. La terza strategia consiste

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-2

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

water treatment plant is a potential source of pure water for making up circulating solutions for the solar collector systems (as well as for the oil-fired boiler systems that have circulating water loops).

nell'ulteriore miglioramento della qualità dell'acqua, specie nel limitrofo Deposito di Livorno. L'acqua dura e salina estratta dai pozzi artesiani locali ha un'alta conduttanza che favorisce tassi di corrosione più elevati. L'ulteriore purificazione dell'acqua non mancherà di prolungare la durata degli impianti di alimentazione dell'acqua calda e fredda, impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria compresi. L'impianto esistente di trattamento dell'acqua ad osmosi inversa rappresenta una fonte potenziale di acqua pura per le soluzioni di rabbocco a circolazione continua degli impianti di captazione solare (oltre che per gli impianti di caldaie a gasolio che dispongono di circuiti dell'acqua a circolazione continua).

General guidelines are presented in this appendix to augment those strategies already undertaken for the prevention and/or control of corrosion on the process side of the solar domestic hot water (SDHW) systems in use at Camp Darby and the Leghorn Depot. These guidelines are not intended as a recipe for the exclusion of corrosion, but rather suggest some simple, straightforward steps which can be taken toward corrosion control. These steps will result in systems which operate more economically.

Questa appendice presenta le direttive generali concernenti l'allargamento delle strategie già implementate di prevenzione e/o di controllo della corrosione sul lato di trattamento degli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria (SDHW) di Camp Darby e del Deposito di Livorno. Tali direttive non sono intese come una ricetta di esclusione della corrosione, ma suggeriscono piuttosto alcuni passi semplici e diretti volti a controllare la corrosione. Tali passi permettono di conseguire un funzionamento più economico degli impianti.

A general definition of corrosion is "the dissolution of metallic substances by natural means."¹ In the case of the solar hot water heaters, specific concern is over the damage which may be caused to the components within the system due to contaminants within the process fluid that fills the system. To protect the system, it will be

In termini generali, la corrosione è definita come "la dissoluzione di sostanze metalliche a seguito di mezzi naturali" ¹. Nel caso dei riscaldatori solari di acqua calda, ci si preoccupa in modo specifico dei possibili danni causati ai componenti dell'impianto dai contaminanti presenti nel fluido termovettore che riempie l'impianto.

necessary to understand the different ways in which corrosion can attack the system. There are methods of treatment to reduce or eliminate each of these methods of destruction. But, because some of these methods of treatment can interact with one another, it is not a simple process to render a system fully protected. In fact, there are acceptable levels of corrosion, which will not cause serious damage to the system over its lifetime, and sometimes it is more feasible to control corrosion rather than eliminate it.

A.1 Types of Corrosion

There are several types of corrosion, and the types which are of greatest concern in these systems are general corrosion, localized corrosion, biological corrosion, scale, and galvanic coupling. Each of these forms of metal degradation proceeds in an identifiable different way, and each poses its own threat to these systems. It will be important to take some sort of precaution against each of these forms to ensure that the systems are not damaged to the point where the economic feasibility of these systems is decreased.

General corrosion is the most common form, and is generally well understood. This is where oxidation of the base metal takes place evenly over the entire surface of the metal (or some large fraction of the surface). The rate at which general corrosion proceeds can usually be measured or predicted fairly easily. If the rate is slow enough, so that during the lifetime of the system the rust will not

Per proteggere il sistema, è necessario comprendere i diversi modi in cui la corrosione può attaccarlo. Esistono metodi di trattamento atti a ridurre o eliminare ognuna delle diverse modalità di distruzione. Però, visto che alcuni di questi metodi possono interagire tra loro, la protezione completa di un impianto non risulta compito facile. Infatti, esistono livelli accettabili di corrosione che non causano danni gravi all'impianto nel corso della sua durata utile. Inoltre, alle volte risulta più fattibile controllare la corrosione invece di eliminarla del tutto.

A.1 Tipi di corrosione

Ci sono svariati tipi di corrosione ed i tipi di maggior interesse in relazione a questi impianti sono la corrosione generale, la corrosione localizzata, la corrosione biologica, le incrostazioni e la corrosione elettrolitica. Ciascuna forma di degradazione metallica presenta identificabili sviluppi che le sono propri ed ognuna minaccia a suo modo l'impianto. E' importante prendere precauzioni contro ognuna di queste forme di corrosione al fine di assicurare che gli impianti non vengano danneggiati al punto da diminuirne l'economicità.

La corrosione generale è la forma di corrosione più comune e, di norma, meglio compresa. Consiste nell'ossidazione del metallo vile sviluppanesi uniformemente sull'intera sua superficie (o su vaste porzioni della sua superficie). Di solito, la velocità di attacco può essere misurata o predetta piuttosto facilmente. Se la velocità è sufficientemente bassa da far sì che la ruggine non perfori le

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A
A-4

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

perforate the system piping or weaken the system unacceptably, then it may well be acceptable. But if the corrosion rate is high, then it is necessary to take steps to prevent further degradation. General corrosion is often prevented by introducing chemicals which encourage the growth of a thin film on the metal surface. Usually, this film is simply some corrosion products (metal oxides) which deposit in a thin even layer on the metal surface. This is usually referred to as a "passive film."

The formation of a passive film, though good for the prevention of general corrosion, can lead to other problems. Localized corrosion, such as pitting, can occur when small areas of the passive film break down, exposing small portions of the metal surface to corrosive attack. Because only small portions of the metal are exposed to attack, the attack at these sites can proceed at a very high rate. That is, the rate of corrosion is the same as it would be for general corrosion, but instead of being spread out over the entire metal surface, all the damage occurs at one or a few small sites. This can very quickly lead to pits (or other forms of localized corrosion) which can eat directly through a pipe in a short period of time. Thus, localized corrosion is not acceptable within the SDHW systems currently in use.

tubazioni o indebolisca l'impianto in modo considerevole nel corso della sua durata d'esercizio, il livello di corrosione può risultare accettabile. Però, se la velocità è alta, è necessario intraprendere passi atti a prevenire l'ulteriore degradazione. La corrosione generale è spesso prevenuta introducendo sostanze chimiche che favoriscono la crescita di una sottile pellicola sulla superficie del metallo. Di solito, tale pellicola è composta semplicemente da alcuni prodotti della corrosione (ossidi metallici) che si depositano sulla superficie del metallo, formando uno strato sottile ed uniforme, detto comunemente "pellicola passiva".

La formazione di una pellicola passiva, sebbene positiva ai fini della prevenzione della corrosione generale, può creare altri problemi. La corrosione localizzata, sul tipo della vaiolatura, si verifica quando piccole aree della pellicola passiva si staccano dalla superficie del metallo, esponendola all'attacco corrosivo. Visto che vengono esposte solamente piccole porzioni del metallo, l'attacco in questi siti procede molto velocemente. In altri termini, la velocità di corrosione rimane invariata rispetto a quella generale, ma invece di essere diffuso sull'intera superficie del metallo, il danno viene concentrato su uno o più siti di piccole dimensioni. Ciò produce molto rapidamente alveoli (o altre forme di corrosione localizzata) che possono perforare un tubo in un periodo di tempo piuttosto breve. Di conseguenza, la corrosione localizzata non è accettabile per gli impianti SDHW correntemente in uso.

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-5

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

Biological corrosion is actually a special form of localized corrosion which must be dealt with separately from other forms of localized corrosion. Biological corrosion takes place when microbes grow in the water system. Usually, this type of corrosion is associated with organisms which attach themselves to the walls of the system piping. These organisms can produce waste that is very acidic. A concentration of this waste near the organisms can eat through a "passive film" which may have formed on the pipes in the area and localized corrosion then occurs.

Scale is usually associated with the deposition of solids on the metal surface due to water which is very "hard" (i.e., has a high concentration of CaCO_3). Scale can cause problems in two ways. First, scale is a form of corrosion; and, if it proceeds too fast, damage to the system can result. Second, a build-up of scale on the metal surface will result in a resistance to heat transfer (the heat does not flow as easily through the scale as it does through the metal).

Galvanic coupling occurs when two or more dissimilar metals come in contact with one another. This occurs because one of the metals is more noble (or less susceptible to corrosive attack) than the other. The less noble metal is then corroded at a high rate.

La corrosione biologica è in realtà una forma speciale di corrosione localizzata, che deve essere affrontata in modo diverso rispetto alle altre forme di corrosione selettiva, La corrosione biologica si verifica a seguito della crescita microbica nell'impianto idrico. Di solito, questo tipo di corrosione è associato ad organismi che aderiscono alle pareti delle tubazioni dell'impianto. Tali organismi producono scarti molto acidi che, se concentrati in prossimità delle colonie di organismi, possono penetrare la pellicola passiva formata localmente sulle tubazioni, permettendo così lo svilupparsi della corrosione localizzata.

Le incrostazioni sono solitamente associate al deposito di solidi sulla superficie del metallo causato dalla durezza eccessiva dell'acqua (acqua ad alto contenuto di CaCO_3). Le incrostazioni possono causare due tipi di problemi. Innanzitutto, le incrostazioni sono una forma di corrosione e, se si accumulano troppo rapidamente, possono danneggiare l'impianto. In secondo luogo, l'accumulo di incrostazioni sulla superficie del metallo produce una resistenza al trasferimento del calore (il calore non viene trasmesso attraverso le incrostazioni con la stessa facilità del metallo).

La corrosione elettrolitica si verifica quando entrano in contatto tra loro due o più metalli diversi, visto che uno dei metalli è più nobile (o meno suscettibile all'attacco corrosivo) dell'altro. In questo caso, il metallo meno nobile si corrode più velocemente.

An effective corrosion control program must deal with all of these forms of corrosion and this is not always easily done. In some instances, a method of prevention for one type of corrosion increases the chances of another type occurring. Thus, it is very important that the local system be reviewed by individuals who are specifically schooled in the art of corrosion prevention. It is equally important that their advice be followed very carefully.

A.2 Corrosion Control

There are several strategies which can be employed for the prevention of corrosion to the solar hot water systems currently in use. These methods vary in the amount of protection which each will afford the system; thus, it is necessary to decide the extent of corrosion that will be considered acceptable prior to choosing the proper method of corrosion control. It is very common to add chemicals to a process water system such as these solar hot water heaters to aid in the prevention of corrosion. These chemicals are usually grouped under a single term, "inhibitors," though the actual job of each chemical may be very different.

The corrosion inhibitor which is right for a specific system must be based on both the metallic composition of the system and the process fluid which is to be used. In this case, it will be necessary to have an analysis done on the water which is to be used on the process side of the system. There are several water contaminants which should be tested for including fluorides and chlorides (and also dissolved

Un efficace programma di controllo della corrosione deve confrontarsi con tutte queste forme di corrosione, il che non è sempre facile. In alcuni casi, il metodo di prevenzione di un tipo di corrosione accresce la possibilità che se ne verifichi uno diverso. Perciò, è molto importante far esaminare gli impianti da esperti della prevenzione della corrosione ed è altrettanto importante seguirne attentamente le raccomandazioni.

A.2 Controllo della corrosione

E' possibile adottare svariate strategie di prevenzione della corrosione degli impianti solari di produzione di acqua calda in uso. Questi metodi variano in termini di quantità di protezione offerta al sistema. Di conseguenza, prima di scegliere un metodo di controllo della corrosione, è necessario determinare il livello di corrosione che si considera accettabile. Molto spesso, la prevenzione della corrosione di impianti di trattamento dell'acqua, sul tipo di questi riscaldatori solari, è affidata a prodotti chimici comunemente raggruppati sotto il nome unico di "inibitori", anche se spesso sono ben diversi tra loro.

Il complesso inibitore della corrosione adatto ad un sistema specifico deve essere scelto in base alla composizione metallica dell'impianto ed al fluido termovettore adottato. Nel nostro caso, è necessario far analizzare l'acqua usata nel lato di trattamento dell'impianto. Ci sono svariati contaminanti la cui presenza va analizzata, compresi i fluoruri ed i cloruri (oltre al cloro disciolto), metalli disciolti quali lo

chlorine gas), dissolved metals such as tin and nickel, dissolved oxygen, hardness, and biological activity. Each of these variables has a distinct effect on corrosion.

The inhibitor scheme which is selected must include an agent that fosters the growth of a strong passive film on both stainless steel and aluminum portions of the system. Though it is true that these metals each naturally passivate (form a passive film) under most circumstances, it will be necessary for the inhibitor to strengthen this film. This protects in two ways. First, the forming of the passive film is protection against general corrosion. Second, when the film is strengthened such that breakdown of the film is unlikely, protection is provided against localized corrosion. If the level of dissolved chlorides, fluorides, and chlorine gas is high, it will be especially important that the passive films on the stainless steel and the aluminum be especially tough as these substances tend to attack the films and are often the root cause of localized corrosion.

Sodium nitrite (NaNO_2) and sodium silicate (NaSiO_2) are most likely the best suited film strengthening agents for this system. They are commonly used in closed systems such as these solar hot water heaters. The drawback to the use of these chemicals is that as they degrade they tend to aid in the growth of bacteria within the system (microbes eat them). Thus, if these chemicals are used, it is best to ensure that the system is as closed as possible and that forms of biological protection for the system are also used. It will be very

stagnano ed il nichel. Inoltre va testato l'ossigeno disciolto, la durezza e l'attività biologica. Ognuna di queste variabili ha un effetto distinto in termini di corrosione.

Lo schema inibente selezionato deve comprendere un agente che favorisca la deposizione di una robusta pellicola passiva sulle superfici sia in acciaio inossidabile che in alluminio dell'impianto. Sebbene sia vero che, nella maggior parte delle circostanze, entrambi i metalli passivano naturalmente, l'inibitore dovrebbe irrobustire tale pellicola. Ciò offre una duplice protezione. In primo luogo, la formazione della pellicola passiva protegge contro la corrosione generale. In secondo luogo, se si irrobustisce la pellicola in modo da renderne improbabile la rottura, si previene la corrosione localizzata. Se il livello di cloruri, fluoruri e cloro discolti è alto, la robustezza della pellicola passiva formata sull'acciaio inossidabile e sull'alluminio acquista particolare rilievo, visto che queste sostanze hanno la tendenza ad attaccare le pellicole e sono spesso alla radice della corrosione localizzata.

Il nitrito di sodio (NaNO_2) ed il silicato di sodio (NaSiO_2) sono probabilmente gli agenti di irrobustimento della pellicola passiva più adatti per questi impianti. Sono usati comunemente nei sistemi a circuito chiuso sul tipo dei riscaldatori solari d'acqua calda. L'aspetto controproducente di queste sostanze chimiche è rappresentato dal fatto che, degradandosi, favoriscono la crescita batterica nel sistema (alimentano i microbi). Perciò, se si usano questi prodotti chimici, conviene garantire che il sistema sia il più

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-8

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

important to change the process fluid at intervals recommended by the manufacturer of the inhibitor system. Other chemicals including sodium orthophosphate can be used as an alternative to the above chemicals and good results can be obtained.

The copper portions of the system are less susceptible to general corrosion, but they do not form a passive film. The most likely cause of corrosion to these portions of the system would be due to dissolved metals in the water. It is possible for some of the dissolved metals to deposit on the copper surfaces (especially if there is a sudden change in the process water such as temperature or pressure change). If these deposited metals are more noble than the copper, galvanic coupling corrosion can take place. Thus, it will be necessary for the inhibitor system to have a complexing or chelating agent to ensure that dissolved solids in the system remain in solution. Nevertheless, in general, the corrosion resistance of copper is very good.

There are several chelating agents available. Probably the most common is the sodium salt of ethylene diamine tetraacetic acid which is commonly referred to as EDTA. Any chelating agent which readily reacts with the dissolved metals present in the process water will suffice. Another chelating agent is tolytriazole (TTA) which is effective in extremely small concentrations (approximately 5 ppm).

chiuso possibile ed adottare forme di protezione biologica. E' estremamente importante sostituire il fluido termovettore alla scadenza raccomandata dal produttore del complesso inibitore. Altri prodotti chimici, ortofosfato di sodio compreso, possono essere usati quale alternativa agli inibitori di cui sopra, con buoni risultati.

Le sezioni in rame dell'impianto sono meno suscettibili alla corrosione generale, ma non formano una pellicola passiva. La causa più probabile di corrosione di queste porzioni del sistema è imputabile alla presenza di metalli disciolti nell'acqua. Alcuni metalli disciolti possono depositarsi sulle superfici in rame (specie in presenza di cambiamenti improvvisi dell'acqua di trattamento, quali le modifiche di temperatura o di pressione). Se i metalli depositati sono più nobili del rame, si può manifestare la corrosione elettrolitica. Di conseguenza, è necessario che il complesso inibitore contenga un agente complessante o chelante, tale da garantire che i solidi disciolti rimangono soluti. Indipendentemente da ciò, in genere, la resistenza alla corrosione del rame è ottima.

Sono disponibili numerosi agenti chelanti. Quello probabilmente più comune è il sale di acido etilendiamminotetraacetico, comunemente chiamato EDTA. Va bene qualsiasi agente chelante che reagisca prontamente con i metalli disciolti presenti nell'acqua di trattamento. Un altro agente chelante è il Tolytriazole (TTA), che è efficace in concentrazioni estremamente ridotte (circa 5 ppm).

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-9

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

The steel portions of the system may be protected by a passive film if the correct inhibitor is used. If this is not the case, then slow and most likely even degradation of the steel will occur. If the portions of the system which are steel are not crucial, then some corroding of these parts is most likely acceptable. By not crucial it is meant that the steel passage ways are not especially small and that these areas are not heat transfer areas. It will be necessary for the inhibitor system chosen for this system to include a buffer which will ensure that the system's process fluid will always be slightly basic (pH 7.5 - 8.5). If this is the case, it is unlikely that high rates of corrosion of the mild steel portions of the system will occur. It may be necessary to provide a trap somewhere in the system to aid in the removal of the corrosion products from the corroding of mild steel. If left in the system, these particles may reduce the heat transfer capabilities of some portions of the process.

In many cases it is almost impossible to fully protect mild steel. The passivating agents discussed above will aid in the formation of a protective coating on the steel. If silicates are used as a film former, it is important to keep the pH of the system in the range specified above, through the use of a buffer, such that the silicates do not precipitate out of solution. A common and inexpensive buffer is boric acid, concentrations of about 300 ppm are targeted. Since it is likely that the mild steel portions of the system will not be fully protected, it is wise to set up a corrosion testing station (see

Se si usa il complesso inibitore appropriato, le sezioni in acciaio dell'impianto possono essere protetta da una pellicola passiva. In caso contrario, si verifica il degrado lento e probabilmente uniforme dell'acciaio. Se le porzioni dell'impianto in acciaio non sono cruciali, una relativa corrosione di questi pezzi è molto probabilmente accettabile. I "componenti non cruciali" sono pezzi le cui aperture non sono particolarmente ristrette né destinate al trasferimento del calore. E' necessario che il complesso inibitore prescelto per gli impianti comprenda un tampone atto a garantire che il fluido termovettore sia sempre leggermente basico (pH 7,5-8,5). In questo caso, è improbabile che di verifici una corrosione molto veloce dei componenti in acciaio dolce dell'impianto. Potrebbe comunque essere necessario installare un pozzetto intercettatore, in modo da poter rimuovere i prodotti della corrosione dell'acciaio dolce. Se queste particelle rimangono in circolo, potrebbero ridurre la capacità di trasferimento del calore di alcune porzioni dell'impianto.

In molti casi, è praticamente impossibile proteggere completamente l'acciaio dolce contro la corrosione. Gli agenti passivanti discussi in precedenza contribuiscono a formare un rivestimento protettivo sull'acciaio. Se si usano silicati quali agente passivante, il pH del sistema va mantenuto entro la gamma specificata in precedenza per mezzo di un tampone, in modo da prevenire la precipitazione dei silicati stessi. Un tampone comune e poco costoso è l'acido borico, con una concentrazione di circa 300 ppm. Visto che probabilmente le porzioni dell'impianto in acciaio dolce non verranno

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-10

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

Sect. A.4) to help estimate the rate of corrosion which is taking place. If this rate is determined to be unsatisfactory, then the inhibitor system will need to be modified. A satisfactory rate of corrosion would most likely be such that this rate of corrosion could take place for the projected lifetime of the system and still not have eaten more than half way through the mild steel piping.

Water which contains a high concentration of dissolved calcium and/or magnesium is said to be hard. For this type of water the possibility for the formation of scale on the piping surfaces exists. Scale forms when the concentration of the salts of either magnesium or calcium become too great. That is, the process fluid becomes super saturated with these salts. Precipitation can be caused by one of several conditions in the process fluid including increase in temperature, decrease in pressure, turbulence, or contact with surfaces which seed the chemical precipitation.² In fresh water, the hardness is most likely due to high concentrations of calcium carbonate (CaCO_3). Factors other than the concentration of CaCO_3 may affect the actual saturation point for this species; thus, there is no simple measurement that can be made to determine if scale will be a problem. Water which has been treated by a reverse osmosis process would likely be low in these salts and thus scale is not likely to be a concern. If the water used for the process fluid is high in these salts scale will likely build on pipe walls. If this happens, process efficiency will decrease as the scale represents a barrier to heat transfer in the system.

completamente protette, è opportuno predisporre una stazione di analisi della corrosione (vedere sezione A.4), in modo da stimare la velocità di corrosione. Se si determina che tale velocità è insoddisfacente, è necessario modificare il complesso inibitore. Una velocità soddisfacente di corrosione è tale da continuare per tutta la durata utile dell'impianto senza che si verifichi una corrosione superiore alla metà dello spessore delle tubazioni in acciaio dolce.

L'acqua contenente un'elevata concentrazione di calcio e/o magnesio dissolti è definita "dura". Con questo tipo d'acqua, è possibile che si formino incrostazioni sulla superficie delle tubazioni. Le incrostazioni si formano quando la concentrazione dei sali di calcio o di magnesio diventa troppo elevata. In altri termini, il fluido termovettore diventa supersaturo di questi sali. La precipitazione può essere causata da svariate condizioni del fluido termovettore, comprendenti aumento della temperatura, diminuzione della pressione, turbolenza o contatto con superfici inducenti la precipitazione chimica.² Nell'acqua dolce, la durezza è causata con tutta probabilità dall'alta concentrazione di carbonato di calcio (CaCO_3). In aggiunta dalla concentrazione di CaCO_3 , esistono anche altri fattori che possono influenzare l'attuale punto di saturazione specifico. Di conseguenza non esiste una semplice misurazione che possa permettere di determinare la futura gravità della formazione di incrostazioni. L'acqua trattata con un processo ad osmosi inversa dovrebbe contenere una bassa concentrazione di questi sali e perciò le incrostazioni non dovrebbero rappresentare un problema. Se l'acqua usata quale fluido termovettore contiene un'alta

concentrazioni di questi sali, la formazione di incrostazioni è molto probabile. In questo caso, l'efficienza del trattamento diminuisce, visto che le incrostazioni fungono da barriera alla trasmissione del calore.

The inhibitor system used on this system will also need to contain a biocide, a substance which will kill both aerobic (oxygen required) and anaerobic (no oxygen required) biological growth which may be present in the process system feed water.² The feed water should be tested to determine the kinds and amounts of biological growth present. Kits for determining this are commercially available from inhibitor dealers. These kits will aid in the selection of a proper biocide. Unfortunately, some of the best biocides can increase the likelihood of localized corrosion within the system by damaging the passive film on some of the process piping. Thus, it is very important to select a biocide that complements the other chemicals used in the inhibitor system rather than one which lessens their effects.

Several biocides are available on the market and would presumably be a part of any complete corrosion inhibition system. But caution should be used when selecting a biocide as they can have corrosive side effects to other portions of the system. Biocides which contain copper or mercury compounds should be avoided as they are known to cause serious corrosion problems on aluminum. Chlorination of the water system and the use of chlorinated phenols work very well

Il complesso inibitore adottato deve contenere anche un biocida, una sostanza capace di uccidere sia i batteri aerobi (che richiedono ossigeno) che quelli anaerobi (che non richiedono ossigeno) che possono essere presenti nell'acqua di alimentazione dell'impianto di riscaldamento.² L'acqua di alimentazione va analizzata per determinare il tipo e la quantità di crescita biologica in essa presente. Kit commerciali di analisi sono disponibili presso i fornitori di inibitori e permettono di selezionare il biocida appropriato. Sfortunatamente, alcuni tra i migliori biocidi hanno l'effetto di accrescere la possibilità di corrosione localizzata degli impianti, visto che danneggiano la pellicola passiva depositata su alcune tubazioni. Perciò, è molto importante selezionare un biocida che faccia da complemento agli altri prodotti chimici componenti il complesso inibitore, senza indebolirne l'efficacia.

Sono disponibili sul mercato svariati biocidi, che sono presumibilmente inclusi in qualsiasi complesso inibitore integrato. E' comunque opportuno esercitare cautela nel selezionare un biocida, dato che può avere un effetto corrosivo collaterale su altre porzioni dell'impianto. Vanno evitati i biocidi che contengono composti di rame o di mercurio, perché causano una grave corrosione dell'alluminio. La clorazione del sistema idrico e l'uso di fenoli

to control biological growth, but as stated earlier the concentration of chlorine is closely linked to pitting corrosion on both stainless steel and aluminum. Methylene-bis-thiocyanate and trihydroxymethyl nitro methane are each known as biocides. Neither is as effective as the methods mentioned previously, but they are much safer for the rest of the system. Because biocides which are safe tend to not be as effective, some testing of the system's water will need to be periodically performed to ensure that the system is free of biological growth. Test kits for this should be available from the distributor of the inhibitor system. These test kits are much like taking a throat culture in a doctor's office. They simply consist of a swab which is dipped in the system water then incubated (usually for 48 hr). If growth is apparent on the swab, then the level of biological growth control is insufficient and either the inhibitor concentration needs to be increased or the chemical(s) used needs to be altered.

The above is a description of the types of chemicals which must be used to aid in the prevention of corrosive damage to the process side of the solar hot water systems currently in use. When a vendor of this type of inhibitor is contacted regarding his product, he should mention that each of these types of protection is necessary. If some of the above mentioned types of protection are not included, the vendor should be questioned regarding other aspects of protection. The vendor should also be interested in the makeup of the system water which is being used and the type antifreeze/boil additive the system will use.

clorinati controllano molto bene la crescita biologica, ma, come indicato in precedenza, la concentrazione di cloro è strettamente associata alla vaiolazione sia dell'acciaio inossidabile che dell'alluminio. Sia il metilene ditiocianato che il nitrometano triidrossimetile sono biocidi ben conosciuti, non altrettanto efficaci quanto i metodi menzionati in precedenza, ma molto più sicuri per l'impianto. Poiché i biocidi sicuri tendono ad essere poco efficaci, è necessario analizzare periodicamente l'acqua dell'impianto per verificare l'assenza di crescita biologica. I relativi kit di analisi dovrebbero essere disponibili presso il distributore del complesso inibitore. Tali kit di analisi sono simili ai tamponi usati negli ambulatori medici per le colture faringee e sono composti da un tamponcino che va immerso nell'acqua dell'impianto ed incubato (di solito per 48 ore). Se viene rilevata una crescita batterica, il livello di controllo biologico risulta insufficiente ed è necessario aumentare la concentrazione del complesso inibitore oppure modificare i prodotti chimici adottati.

Quanto esposto sopra descrive i tipi di prodotti chimici che devono essere usati per prevenire danni da corrosione del lato di trattamento degli impianti solari di produzione di acqua calda. Quando ci si rivolge ad un fornitore di questo tipo di inibitori, egli dovrebbe far presente come siano necessari tutti questi tipi di protezione. Se non indica alcuni dei tipi succitati di protezione, è necessario fargli presente gli aspetti mancanti. Il fornitore dovrebbe anche dimostrare il proprio interesse nei confronti del tipo d'acqua usata nell'impianto e del tipo di additivo anticongelante/antibollizione adottato.

This does not mean that each of the specific chemicals listed here will be in the manufacturer's inhibitor system. Several of the chemicals used for inhibiting corrosion actually affect the performance of one another. Thus, the system which the manufacturer recommends could be very different from the above stated chemicals and still be effective. Vice versa, the use of chemicals listed above does not ensure protection. These interactions mean that the system which is selected should be thoroughly tested in the same concentrations with the same water which is used to fill the actual systems. The process of testing these systems is discussed in Sect. A.4.

In the case of the solar hot water heaters, another additive has been added to prevent both the freezing and boiling of the process water. This additive may be propylene glycol or ethylene glycol. Unfortunately, glycols decay with time, eventually forming formic acid.¹ Formic acid can be a direct cause of corrosion, so it is important that the system be drained, flushed, and refilled in accordance with the propylene glycol manufacturers' specifications.

A factor which may have more effect on the corrosion of the system than the inhibitor chemicals used is the water initially used to fill the system. Currently, available potable water is used in the solar hot water systems. This water has a relatively high NaCl content and is quite hard. Neither of these properties is desirable for a system where there is a need to control corrosion rates. The use of

Ciò non significa che ognuno dei prodotti chimici specifici qui elencati debba far parte del complesso inibitore suggerito dal venditore. Vari prodotti chimici usati per inibire la corrosione interagiscono tra loro. Di conseguenza, il complesso raccomandato dal fornitore potrebbe avere una composizione diversa, senza per questo essere meno efficace. Di converso, i prodotti chimici qui discussi non garantiscono protezione. Le interazioni tra prodotti chimici impongono una analisi accurata del complesso inibente, che va testato nelle stesse concentrazioni e con la stessa acqua usata per riempire gli impianti. La procedura di analisi dei complessi inibitori è discussa nella sezione A.4.

Nel caso dei riscaldatori solari, è stato aggiunto un altro additivo, il propilenglicole o il glicole etilenico, per prevenire sia il congelamento che l'ebollizione del fluido termovettore. Sfortunatamente, i glicoli si degradano con il passare del tempo, formando acido formico.¹ L'acido formico può causare direttamente corrosione, perciò è importante che scaricare, lavare e riempire nuovamente l'impianto in conformità alle indicazioni del produttore di propilenglicole.

Un fattore che può influenzare la corrosione dell'impianto ancora di più del complesso inibitore adottato, è costituito dall'acqua usata inizialmente per riempire l'impianto. Attualmente, gli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria usano acqua corrente. Tale acqua presenta un contenuto relativamente elevato di NaCl ed è piuttosto dura. Entrambe queste proprietà sono indesiderabili dal

deionized water to fill the system would greatly alleviate corrosion problems. Along with a complete inhibitor system, the use of deionized water would ensure that corrosion would not be a problem on the process side of the solar hot water heaters. If deionized water is not used, then the necessary concentrations of the inhibitor chemicals will, in most cases, need to be increased dramatically. This will further highlight interactions between the chemicals and can cause "loading" of the system fluid with ions. Only so much salt can be dissolved into the process fluid; after that point has been reached, the salts will precipitate out (or deposit on the pipe walls). If deionized water is not available, water which has been treated by a reverse osmosis process will perform essentially as well as deionized water would.

Another factor which should be taken into account is the fact that nontreated water which is available may not have the same chemical makeup from day to day. If this is the case, it would be necessary to have tests run on any makeup water used to determine the levels of contaminants within. Such a practice is not conducive to getting work done and is, therefore, probably not feasible. On the other hand, if the water does vary markedly, then the anti-corrosion system which initially worked with the fluid used to fill the system may not perform as well when makeup water is introduced. If purified water is used, such a problem is much less likely.

punto di vista del controllo della velocità di corrosione. L'uso di acqua deionizzata allevierebbe notevolmente i problemi di corrosione. Congiuntamente ad un complesso inibitore integrato, l'uso di acqua deionizzata garantirebbe la non problematicità della corrosione del lato di trattamento degli impianti solari di produzione di acqua calda. Non usando acqua deionizzata, è necessario, nella maggior parte dei casi, aumentare drasticamente la concentrazione dei prodotti chimici inibitori. Ciò aumenterebbe ulteriormente l'interazione complessiva e potrebbe "caricare" di ioni il fluido termovettore. Una volta raggiunto il limite di dissoluzione nel fluido termovettore dei sali, essi precipitano (o si depositano sulle pareti dei tubi). Se l'acqua deionizzata non fosse disponibile, è possibile usare acqua prodotta tramite osmosi inversa, con simili risultati.

Un altro fattore da prendere in considerazione è rappresentato dal fatto che l'acqua non trattata a disposizione presentare caratteristiche chimiche diverse da un giorno all'altro. Se cost fosse, sarebbe necessario testare qualsiasi acqua di rabbocco immessa, in modo da determinarne i livelli di contaminanti. Tale prassi non appare consistente con le esigenze di funzionamento degli impianti e di conseguenza non appare proponibile. D'altro canto, se l'acqua varia in modo significativo, il complesso anticorrosivo inizialmente efficace in funzione del fluido usato per riempire l'impianto, può non risultare altrettanto efficace una volta introdotta acqua di rabbocco. Utilizzando acqua purificata, tale problema non dovrebbe insorgere.

A.3 System Maintenance

Once the hydraulic system to be used on the process side of the solar hot water heaters has been determined, a schedule of regular maintenance will need to be established. It will be necessary to establish some simple yet effective methods of determining the state of the process fluid including containment levels and the level of corrosion control chemicals. The most effective way for determining the state of the fluid would be to periodically remove a sample and have a laboratory analysis performed. This is the ideal situation, but it may not be applicable as time and expense may represent limiting factors. Thus, it may be necessary to exercise more control over exactly what fluids are placed in the system at all times.

Previously, damage to some of the systems has occurred when untreated water (no inhibitor and no antifreeze) has been added to the system to makeup for fluid that has been lost due to system leaks. It is not acceptable to add large quantities of untreated water to these systems, as damage to the system is almost assured; thus, the method of adding makeup water to these systems will have to be modified. Any water which is added to the system should contain the same concentration of chemicals as did the fluid used initially to start the system. The only exception to this rule would be if loss of system fluid is due to the evaporation of water from the process fluid. It would be unlikely that large amounts of water vapor could escape the system; but, if this is the case, the concentration of chemicals within

A.3 Manutenzione degli impianti

Un volta determinato il sistema idrico da usarsi nel lato di trattamento dei riscaldatori solari, è necessario stabilire un piano di manutenzione ordinaria. E' infatti indispensabile definire metodi semplici ma efficaci di determinazione dello stato del fluido termovettore che permettano di stabilire sia i livelli di contenimento che il livello di concentrazione del complesso chimico di inibizione della corrosione. Il modo più efficace per determinare lo stato del fluido consiste nel prelevare periodicamente un campione ed effettuarne l'analisi di laboratorio. Questa è la situazione ideale, ma può non risultare applicabile, visti fattori limitanti di tempo e costo. Se così fosse, allora è necessario esercitare un maggior controllo sui fluidi immessi negli impianti.

Nel passato, alcuni impianti sono stati danneggiati a seguito del rabbocco di acqua non trattata (senza inibitori né anticongelante) per compensare perdite di fluido. Non è accettabile introdurre negli impianti grandi quantità di acqua non trattata, visto che in questo caso i danni sono quasi inevitabili. Di conseguenza è necessario modificare il metodo di rabbocco degli impianti. Qualsiasi quantità d'acqua di rabbocco deve contenere la stessa concentrazione di prodotti chimici presente nel fluido usato inizialmente per mettere in funzione l'impianto. L'unica eccezione a questa regola è costituita dalla perdita di fluido termovettore a seguito della fuoriuscita di vapor d'acqua dal sistema. Sembra improbabile che vaste quantità di vapor d'acqua possano fuoriuscire dal sistema, ma in questo caso

the system will rise significantly. The inhibitor system in use is intended to be used at specific concentrations, and it is not always true that more of a good thing is better. Thus, before makeup fluid is added the cause of the loss should be determined. An easy way to determine whether system fluid or water vapor has been lost is to check the specific density of the fluid still in the system. Specific gravity meters are commercially available at modest prices. If specific gravity is the same as it was when the system was initially filled, process fluid has been lost and the makeup fluid should be the same as the initial fill fluid. If there has been a significant increase in the specific gravity of the solution then it is likely that only water should be added.

A.4 Corrosion Testing

Because there are so many variables concerning the corrosion of a system like the hot water solar heaters, it may be necessary to set up an experimental station to determine the level of corrosion protection which the system has. An experimental set up which will provide an assessment of a system's corrosion problems can be constructed using polyvinyl chloride (PVC) pipe and metal coupon samples of the various metals contained in the system (Fig. A.1). An established³ method is outlined in Sect. A.4.1 which illustrates such testing; the actual fluid characteristics, velocity, and metals tested would need to be modified to reflect the systems being evaluated. Temperature cycling might also be a consideration. The remainder

la concentrazione di prodotti chimici aumenterebbe in modo significativo. Il complesso inibitore adottato è destinato ad essere usato in concentrazioni specifiche ed una maggiore concentrazione non è necessariamente vantaggiosa. Perciò, prima di aggiungere fluido di rabbocco, è necessario determinare la causa della perdita. La determinazione dell'eventuale perdita di fluido termovettore o di vapor d'acqua può essere effettuata semplicemente verificando il peso specifico del fluido in circolo. I gravimetri sono disponibili commercialmente a prezzi contenuti. Se il peso specifico è invariato rispetto al fluido usato inizialmente, il fluido di rabbocco dovrebbe avere la stessa composizione del fluido originale di riempimento. Se il peso specifico è notevolmente superiore, è necessario aggiungere solo acqua.

A.4 Prova di corrosione

Visto il numero delle variabili influenzanti la corrosione di impianti quali quelli solari di produzione di acqua calda, potrebbe essere necessario predisporre una stazione sperimentale al fine di determinare il livello di protezione anticorrosiva di un dato impianto. Un apparato sperimentale che permette di valutare i problemi di corrosione di un impianto può essere costruito con tubi in cloruro di polivinile (PVC) e con campioni di saggio dei vari metalli componenti l'impianto (Figura 1). Un metodo stabilito³ è delineato nella sezione A.4.1 che illustra tali analisi. Le attuali caratteristiche del fluido, la velocità ed i metalli analizzati vanno modificati in modo da riflettere l'impianto da valutare. Vanno inoltre considerate

of Sect. A.4 has been adopted with minor changes from sections of Ref. 3.

le variazioni cicliche di temperatura. La porzione rimanente della sezione A.4 è stata tratta, con minori modifiche, da sezioni del riferimento bibliografico 3.

A.4.1 Materials and Methods for Corrosion Test

In a typical corrosion test,³ a recirculating loop was constructed of 2.5-cm OD polyvinyl chloride (PVC) pipe and a conical-bottom stainless steel drum to test the corrosion protection of the inhibitor solution (Fig. A.1). Thirty-six threaded specimen ports are located within the loop. Six different types of metal specimens were tested: 1010 cold-rolled steel, 304 stainless steel, 6061-T6 aluminum, 110 electrolytic copper, 922 cast bronze, and 280 Muntz metal. The specifications for these alloys are shown in Table A.1. Each metal specimen was 7.6 cm long, 1.3 cm wide, and had a 0.5-cm hole drilled in one end for mounting on the specimen holders. The thickness of the specimens varied from 0.2 to 0.3 cm and depended on the metal type. To make the surface more active, the metal specimens were sandblasted before being placed in the test loop.

Six specimens of each metal type were placed in the recirculating test loop. Six more specimens of each metal type were placed in an adjacent test loop, which was built the same as the recirculating loop, for corrosion testing in a stagnant solution of the inhibitor solution.

A.4.1 Materiali e metodi di prova della corrosione

Una tipica prova di corrosione³ ha richiesto la costruzione di circuito a circolazione continua formato da tubo in cloruro di polivinile (PVC) di 2,5 cm di diametro esterno e da un bidone in acciaio inossidabile a fondo conico, atto ad analizzare la protezione anticorrosiva offerta dalla soluzione inibente (Figura A.1). Il circuito è stato munito di trentasei porte filettate per campioni. Sono stati analizzati sei tipi diversi di campioni di metallo: acciaio 1010 laminato a freddo, acciaio inossidabile 304, alluminio 6061-T6, rame elettrolitico 110, bronzo fuso 922 e lega Muntz 280. Le caratteristiche tecniche di queste leghe sono elencate nella Tabella A.1. Ogni campione di metallo era lungo 7,6 cm, largo 1,3 cm e era dotato di un foro da 0,5 cm trapanato ad un'estremità per installarlo sui portacampioni. Lo spessore dei campioni variava da 0,2 a 0,3 cm e dipendeva dal tipo di metallo. Per renderne più attiva la superficie, i campioni sono stati sabbiati prima di collocarli nel circuito di prova.

Sei campioni per tipo di metallo sono stati collocati nel circuito di analisi a circolazione continua. Altri sei campioni sono stati posti in un circuito di prova adiacente, costruito nello stesso modo del circuito a circolazione continua, al fine di effettuare una prova di corrosione in una soluzione stagnante del complesso inibitore.

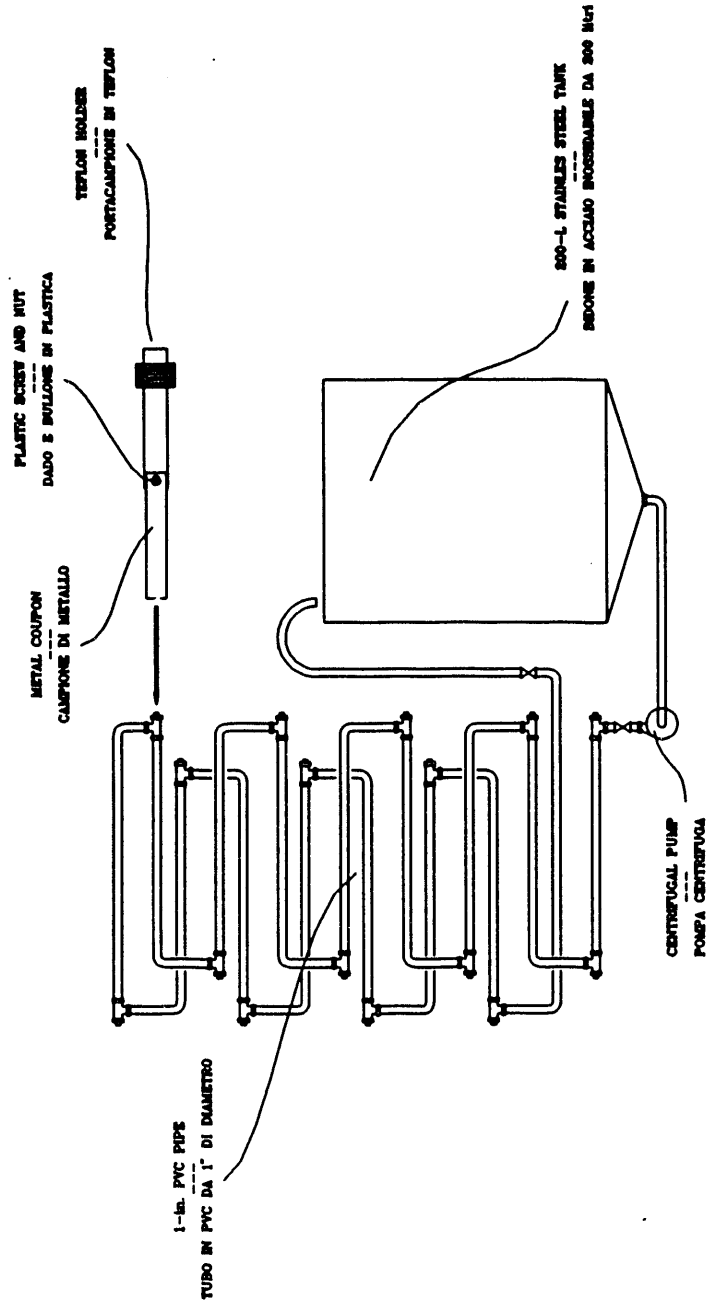


Fig. A.1. Diagram of a corrosion test loop.

Figura A.1. Diagramma di un circuito di prova della corrosione.

Table A.1. Composition of metal alloys used in corrosion tests³

Tabella A.1. Composizione delle leghe di metallo usate per le prove di corrosione³

Table A.1

Tabella A.1

Metal	Metallo	Composition (wt %)	Composizione (% sul peso)
1010 Steel	Acciaio 1010	0.1 Carbon, 0.6 Manganese, <0.01 Phosphorus, <0.01 Sulfur	0,1 carbonio, 0,6 manganese, <0,01 fosforo, <0,01 zolfo
304 Stainless Steel	Acciaio inossidabile 304	18-20 Chromium, 8-10.5 Nickel, 2 Manganese, <1 Silicon, <0.08 Carbon, <0.045 Phosphorus, <0.03 Sulfur	18-20 cromo, 8-10,5 nichel, 2 manganese, <1 silicio, <0,08 carbonio, <0,045 fosforo, <0,03 zolfo
6061-T6 Aluminum	Alluminio 6061-T6	1.0 Magnesium, 0.6 Silicon, 0.28 Copper, 0.2 Chromium	1,0 manganese, 0,6 silicio, 0,28 rame, 0,2 cromo
110 Copper	Rame 110	<0.1 Total Impurities	<0,1 di impurità totali
922 Bronze	Bronzo 922	86-90 Copper, 5.5-6.5 Tin, 3-5 Zinc, 1-2 Lead, <1 Nickel, <0.25 Iron	86-90 rame, 5,5-6,5 stagno, 3-5 zinco, 1-2 piombo, <1 nichel, <0,25 ferro
280 Muntz Metal	Lega Muntz 280	59-63 Copper, 37-41 Zinc, <0.3 Lead, <0.07 Iron	59-63 rame, 37-41 zinco, <0,3 piombo, <0,07 ferro

The stainless steel drum of the test loop was filled with 150 L of deionized water; 190 mL of silicate solution was then added. After the silicate was dissolved, 240 g of H_3BO_3 , 227 g of $NaNO_2$, 15 mL of Tris-Nitro, and 1.5 mL of tolyltriazole solution were added. The solution was pumped through both test loops until the corrosion-inhibitor chemicals were completely dissolved. The inlet and outlet valves of the stagnant loop then were closed, and the stagnant loop was left isolated for the 6 months of the test. The flow rate of the solution through the recirculating loop was adjusted to 5.7 L/min, which gives a linear velocity of 18 cm/s. The temperature of the solution was controlled at 30°C. One specimen of each metal type was removed from the recirculating and stagnant loops each month. The specimens were examined microscopically for pitting and then weighed to measure any corrosion losses.

A.4.2 Experimental Results

The recirculating corrosion-inhibitor solution was sampled periodically during the 6 months that the test³ was in progress to measure the pH, bacteria count, and dissolved metals in the solution. The pH of the solution started at 8.3 and had decreased to 8.0 after 6 months. No pH adjustments were made during the course of the experiment. The Tris-Nitro biocide was added to the inhibitor solution at a concentration of 50 mg/L every 50 days on the average, based on the measured bacteria concentration. The bacteria

Il bidone in acciaio inossidabile del circuito di prova è stato riempito con 150 litri di acqua deionizzata, a cui sono stati aggiunti 190 ml di soluzione di silicato. Una volta dissolti il silicato, sono stati addizionati 240 g di H_3BO_3 , 227 g di $NaNO_2$, 15 ml di Tris-Nitro e 1,5 ml di soluzione di tolyltriazolo. La soluzione è stata pompata attraverso entrambi i circuiti di prova, fino a dissolvere completamente i prodotti chimici inibitori. Le valvole di entrata ed uscita del circuito stagnante sono state chiuse ed il circuito è stato lasciato isolato per tutti i 6 mesi della prova. La portata della soluzione attraverso il circuito a circolazione continua è stata impostata su 5,7 l/min, pari ad una velocità lineare di 18 cm/sec. La temperatura della soluzione è stata regolata a 30°C. Un campione per tipo di metallo è stato rimosso ogni mese dal circuito stagnante e dal circuito a circolazione continua. I campioni sono stati esaminati al microscopio per valutarne al viaolatura e poi pesati per misurarne le perdite da corrosione.

A.4.2 Risultati sperimentali

La soluzione di inibitore della corrosione è stata campionata periodicamente durante i 6 mesi di prova³ per misurare il pH, il conteggio dei batteri ed i metalli dissolti nella soluzione. Il pH della soluzione è risultato inizialmente essere pari a 8,3 ed è sceso ad 8,0 dopo 6 mesi. Nel corso dell'esperimento non è stata effettuata alcuna regolazione del pH. 50 mg/l di biocida Tris-Nitro sono stati aggiunti alla soluzione mediamente ogni 50 giorni, in risposta alla concentrazione misurata dei batteri. La concentrazione dei batteri,

concentration, which was measured using Easicult-TTC biological testers (Orion Diagnostica, Helsinki, Finland), averaged 10^3 counts/mL, with short-term peaks of 10^6 count/mL on two occasions.

Samples for chemical analysis were taken at four different times during the course of the experiment. The results of these analyses are shown in Table A.2. Changes in the concentration of the corrosion-inhibitor chemicals can result from water loss due to evaporation, analytical variations, and, in the case of the SiO_2 ions, losses due to film formation.

No pitting or other visible signs of corrosion were detected on any of the metal specimens that were removed from the test loops. The color of the copper, bronze, and Muntz metal specimens was slightly darker after exposure, which was apparently the result of formation of an oxide film. The weight changes for all of the metal specimens are shown in Table A.3.

The variation in the balance that was used to weigh all of the metal specimens over the 6-month period of the test was calculated based on the variation in the weights of the stainless steel specimens. The weight differences of the 12 stainless steel specimens give a standard deviation of 0.187 mg with 11 degrees of freedom. With this information, it is possible to calculate a tolerance interval within which 90% of any measurements should fall, at a confidence limit of 95%, if there is no actual weight change. Any weight changes

misurata usando gli analizzatori biologici Easicult-TTC (Orion Diagnostica, Helsinki, Finlandia), si è attestata su una media di 10^3 conteggi/ml, con picchi a breve termine di 10^6 conteggi/ml, in due occasioni.

I campioni per l'analisi chimica sono stati prelevati quattro volte nel corso dell'esperimento. I risultati di tali analisi sono presentati nella Tabella A.2. Le modifiche nella concentrazione dei prodotti chimici possono essere imputate alla perdita d'acqua causata da evaporazione, variazioni analitiche e, nel caso degli ioni SiO_2 , dalla formazione della pellicola passiva.

Non sono stati riscontrati segni visibili di vaiolatura, né di corrosione su alcun campione di metallo rimosso dai circuiti di prova. Il colore dei campioni di rame, di bronzo e di lega Muntz era leggermente più scuro dopo dell'esposizione, apparentemente a causa della formazione di una pellicola di ossido. Le variazioni di peso di tutti i campioni sono illustrate nella Tabella A.3.

La variazione della bilancia usata per pesare tutti i campioni di metallo durante i 6 mesi della prova è stata calcolata in base alla variazione dei pesi dei campioni di acciaio inossidabile. Le differenze di peso dei 12 campioni di acciaio inossidabile hanno presentato uno scarto quadratico di 0,187 mg con 11 gradi di libertà. In base a questa informazione è possibile calcolare un intervallo di tolleranza entro il quale ricade il 90% di qualsiasi misurazione, con un limite di confidenza del 95% in assenza di attuale modifica di

Table A.2. Chemical analysis of corrosion inhibitor solution³

Tabella A.2. Analisi chimica della soluzione anticorrosiva³

Concentration, mg/L
Concentrazione, mg/L

Tabella A.2

Component	Componente	Sampling Date Data di campionatura			
		24 April 81 24 aprile 81	14 May 81 14 maggio 81	15 June 81 15 giugno 81	21 October 81 21 ottobre 81
NO ₂	NO ₂	875.00	877.00	907.00	950.00
SiO ₂	SiO ₂	442.00	366.00	470.00	439.00
Boron	Boro	220.00	292.00	320.00	318.00
Aluminum	Alluminio	< 0.01	0.26	0.25	0.22
Calcium	Calcio	< 0.01	0.57	0.27	0.34
Chromium	Cromo	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Copper	Rame	< 0.01	0.02	0.04	0.13
Iron	Ferro	0.05	0.09	0.11	0.11
Potassium	Potassio	0.18	0.68	0.65	0.24
Magnesium	Magnesio	< 0.01	0.45	0.31	0.06
Sodium	Sodio	430.00	609.00	536.00	535.00
Nickel	Nichel	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinc	Zinco	< 0.01	0.09	1.00	1.20

Table A.3. Weight changes (mg) for metal specimens exposed to corrosion inhibitor solution³

Tabella A.3. Modifiche di peso (in mg) dei campioni di metallo esposti
alla soluzione di inibitore della corrosione³

Tabella A.3

Metal	Flow Condition	Metallo	Exposure Time, months / Durata di esposizione, in mesi								
			1	2	3	4	5	6			
Aluminum		Alluminio									
	Recirculating	A circolazione continua	0.2	0.5	0.2	0.1	0.5	0.5			
	Stagnant	Stagnante	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5			
Bronze		Bronzo									
	Recirculating	A circolazione continua	0.1	0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-1.7			
	Stagnant	Stagnante	0.2	0.1	-0.3	1.5	0.1	0.0			
Copper		Rame									
	Recirculating	A circolazione continua	0.1	0.0	-0.4	-0.2	0.0	-0.7			
	Stagnant	Stagnante	0.0	0.5	-0.2	0.6	0.3	0.4			
Muntz Metal		Lega Muntz									
	Recirculating	A circolazione continua	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-1.0			
	Stagnant	Stagnante	0.2	0.3	-0.1	0.3	0.4	0.0			
Stainless Steel		Acciaio inossidabile									
	Recirculating	A circolazione continua	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.2			
	Stagnant	Stagnante	-0.1	-0.2	-0.3	0.3	0.1	-0.3			
Steel		Acciaio									
	Recirculating	A circolazione continua	0.0	-0.2	0.1	0.1	-0.1	-0.1			
	Stagnant	Stagnante	0.0	-0.3	-0.8	0.0	-0.2	-0.5			

outside of this interval almost certainly reflect real differences and not just variation in the balance. For a standard deviation of 0.187 mg with 11 degrees of freedom, the 90% tolerance interval is ± 0.5 mg. Any weight change less than ± 0.5 mg would be considered insignificant. The weight gain on the aluminum specimens was expected because a protective oxide film is formed on aluminum.

The copper, bronze, and Muntz metal specimens all showed measurable weight losses in the recirculating loop but no significant losses in the stagnant loop. This indicates that the losses were due to erosion caused by the flowing fluid rather than corrosion. The erosion rates were 0.07 μ /year (0.003 mil/year) for copper, 0.11 μ /year (0.004 mil/year) for Muntz metal, and 0.16 μ /year (0.006 mil/year) for bronze. The 1.5-mg weight gain measured for the bronze specimen exposed in the stagnant loop for 4 months is probably the results of an error in weighing the specimen.

The steel specimens exposed in the stagnant loop show a possibly significant weight loss, although the data are not consistent. If the 0.8-mg weight loss on the specimen exposed for 3 months is assumed to be valid, the corresponding corrosion rate is 0.18 μ /year (0.007 mil/year). All other weight changes are within the tolerance interval of the balance.

peso. Qualsiasi modifica di peso eccedente tale intervallo riflette quasi certamente una differenza reale e non è imputabile ad una variazione della bilancia. Nel caso di uno scarto quadratico di 0,187 mg con 11 gradi di libertà, l'intervallo di tolleranza del 90% è pari a $\pm 0,5$ mg. Qualsiasi differenza di peso inferiore a 0,5 mg va considerata insignificante. L'aumento di peso dell'alluminio era previsto a causa della formazione di una pellicola protettiva di ossido.

Tutti i campioni di rame, di bronzo e di lega Muntz hanno evidenziato perdite misurabili di peso nel circuito a circolazione costante, ma nessuna perdita significativa nel circuito stagnante. Ciò indica che le perdite erano dovute all'erosione causata dal fluido circolante e non a corrosione. Le velocità di erosione erano di 0,07 μ /anno (0,003 millesimi di pollice/anno) per il rame, di 0,11 μ /anno (0,004 millesimi di pollice/anno) per la lega Muntz e di 0,16 μ /anno (0,006 millesimi di pollice/anno) per il bronzo. L'aumento di 1,5 mg del campione di bronzo esposto per 4 mesi nel circuito stagnante è probabilmente imputabile ad un errore di pesatura.

I campioni di acciaio esposti nel circuito stagnante hanno evidenziato una perdita di peso possibilmente significativa, sebbene i dati non siano consistenti. Se si assume valida la perdita di peso di 0,8 mg esibita dal campione esposto per 3 mesi, la corrispondente velocità di corrosione è pari a 0,18 μ /anno (0,007 millesimi di pollice/anno). Tutte le altre modifiche di peso ricadono entro l'intervallo di tolleranza della bilancia.

A.5 Summary

Corrosion is a very complicated subject, and the control of corrosion in the solar hot water heater system is no exception. There are several forms of corrosion and there are methods of protecting these systems from each form of corrosion. The subject becomes complicated when one tries to treat the system for all forms of corrosion at one time. The methods of preventing one type of corrosion often affect other types of corrosion, and this is why it is not possible to simply set down a guideline of exactly how to treat such a system. The main variables which must be taken into account here are the types of metals of which the systems are constructed and the fluid which is used to fill the system. Any vendor who claims he can protect a system must be interested in not only the type of metals in the system, but also the makeup of the water (including antifreeze/boil) which is to be used to fill the system. If a vendor simply says he has a "magic" mixture which will ensure that no corrosion will take place, allow him to keep his magic to himself. The method of protecting a system is a very complicated endeavor which must be approached in a scientific manner. If a vendor does not take such an approach, find a new one. In summary, the types of chemicals which should be included in any corrosion prevention system include:

- a chemical which encourages the growth of thin passive films on the piping surfaces within the systems,

A.5 Riepilogo

La corrosione è un argomento particolarmente complesso ed il controllo della corrosione degli impianti solari di produzione di acqua calda non fa certo eccezione. Ci sono svariate forme di corrosione ed altrettanti metodi di protezione degli impianti. Tale protezione si fa complicata quando si cerca di proteggere un impianto contro tutte le forme di corrosione allo stesso tempo. I metodi adottati per prevenire un tipo di corrosione spesso ne influenzano altri, ragion per cui non è possibile definire semplicemente una direttiva unica di intervento. Le variabili principali che devono essere prese in considerazione sono i tipi di metallo di cui è formato l'impianto ed il fluido usato per riempirlo. Qualsiasi fornitore che affermi di poter proteggere un impianto deve essere interessato non solo al tipo di metalli che lo compongono, ma anche alla composizione dell'acqua (compreso l'additivo anticongelante/antibollizione) usata per riempirlo. Se un fornitore afferma semplicemente di avere una miscela "magica" in grado di garantire l'assenza di corrosione, conviene consultarne un altro. La protezione di un impianto prevede un intervento complesso che richiede un approccio scientifico. Se un fornitore non assume tale approccio, è opportuno cercarne uno che lo faccia. Riassumendo, i tipi di prodotti chimici che dovrebbero essere presenti in un qualsiasi sistema di prevenzione della corrosione comprendono:

- un prodotto chimico che favorisca la deposizione di sottili pellicole passive sulle superfici dei tubi dell'impianto;

WATER QUALITY CONTROL AND CORROSION PROTECTION

Appendix A A-26

CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ACQUA E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

- a buffer which ensures that the pH of the systems remains in the proper range such that other chemicals in the inhibitor system work properly,
- a complexing or chelating agent which will react with dissolved metals in the process fluid to ensure that these metals do not deposit on piping surfaces and cause galvanic coupling corrosion,
- a biocide to keep the growth of both aerobic and anaerobic biological growth under control and a method to test the system to ensure that biological growth is under control.

Finally, it must be stressed again that the vendor who provides the inhibition system must be interested in all aspects of the system and should not just sell a generic product which he claims works for all systems. If untreated water is used for the system, it is likely that corrosion cannot be totally eliminated. It may be possible to control corrosion at an acceptable rate such that not too much damage is caused. But if treated water is used, such as that from a reverse osmosis process, it is likely that, with the proper inhibitor system, corrosion can virtually be eliminated from the solar hot water heater systems, provided that dielectric couplings have been installed in the system to electrically separate components constructed of dissimilar metals.

- un tampone che assicura che il pH del fluido termovettore rimanga compreso entro una gamma corretta, tale da non interferire con l'attività degli altri prodotti chimici inclusi nel complesso inibitore;
- un agente complessante o chelante che reagisce con i metalli dissolti nel fluido termovettore, in modo da garantire che non si depositino sulle superfici dei tubi, causando corrosione elettrolitica;
- un biocida che mantenga sotto controllo la crescita biologica sia aerobica che anaerobica ed un metodo di analisi del fluido dell'impianto che assicuri che tale crescita sia sotto controllo.

Infine, è opportuno ricordare ancora una volta che il fornitore del complesso inibitore deve esprimere interesse nei confronti di tutti gli aspetti dell'impianto, senza limitarsi ad offrire un prodotto generico adatto ad ogni circostanza. Se si usa acqua non trattata, con tutta probabilità è impossibile eliminare completamente la corrosione e ci si deve accontentare di controllarla, riducendone la velocità a livelli accettabili, tali da non provocare troppi danni. Però, se si adotta acqua trattata, sul tipo di quella prodotta tramite il processo di osmosi inversa, assieme ad un opportuno complesso inibitore, è possibile eliminare virtualmente la corrosione dell'impianto solare di produzione di acqua calda, a patto di installare giunti dielettrici al fine di separare elettricamente i componenti formati da metalli diversi.

References

1. M. R. Feldman, *Artificial Initiation of Pitting Corrosion by Focused Laser Illumination on Aluminum and Stainless Steel 304*, MS Thesis, University of Illinois, 1988.
2. Frank N. Kemmer, *The NALCO Water Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1988.
3. P. A. Taylor, *Development of a Silicate-Nitrate-Borate Corrosion Inhibitor*, Y-2283, Oak Ridge Y-12 Plant, Oak Ridge, Tennessee, November 1982.

Bibliografia

1. M. R. Feldman. *Artificial Initiation of Pitting Corrosion By Focused Laser Illumination on Aluminum and Stainless Steel 304 [Iniziazione artificiale della vaiolatura dell'alluminio e dell'acciaio inossidabile 304 tramite illuminazione laser focalizzata]*, Tesi di laurea, University of Illinois, 1988.
2. Frank N. Kemmer, *The NALCO Water Handbook [Manuale NALCO di trattamento dell'acqua]*, 2^a ed., McGraw-Hill, New York, 1988.
3. P. A. Taylor, *Development of a Silicate-Nitrate-Borate Corrosion Inhibitor [Sviluppo di un inibitore della corrosione al silicato-nitrato-borato]*, Y-2293, Oak Ridge Y-12 Plant, Oak Ridge, Tennessee, novembre 1982.

Appendix B. SYSTEMS COMPONENTS LISTS

The components lists included in this appendix were taken from blueprints of solar domestic hot water (SDHW) systems provided by Camp Darby Directorate of Energy and Housing (DEH) and from notes compiled during a September 1992 site visit by authors of this manual.

Each SDHW system has been identified by the number of the building in which it is installed. For each component list, the title shows the corresponding building number. The component lists utilize the same identifying numbers or alpha-numeric pairs utilized on the original blueprints for each system to aid in cross-referencing materials in this appendix to those original drawings (original drawing numbers are provided in Table 1, which appears in Chap. 2). When equipment has been replaced by components that accomplish the same functions, the numbers utilized by the old equipment are retained for the new. Equipment not identified on a blueprint is identified by a single letter; such equipment is identified by that letter in the appropriate flow sheet of Chap. 2. Those flow sheets reflect as-built conditions in September 1992.

Appendice B. ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

Gli elenchi dei componenti presentati in questa appendice sono stati basati sulle cianografie degli impianti solari di produzione di acqua calda sanitaria (SDHW o Solar Domestic Hot Water) fornite dal Direttorato dell'Energia e degli Alloggi (DEH o Directorate of Energy and Housing) di Camp Darby e sugli appunti annotati dagli Autori nel corso della loro visita in loco del settembre 1992.

Ogni impianto SDHW è stato identificato a seconda del numero di edificio nel quale è installato. Il titolo di ogni elenco dei componenti include il corrispettivo numero di edificio. Gli elenchi utilizzano gli stessi numeri o coppie alfanumeriche di identificazione utilizzati nelle cianografie originali di ogni impianto, in modo da facilitare il riferimento crociato dei materiali di questa appendice con i disegni originali (i numeri di tali disegni sono forniti nella Tabella 1, Capitolo 2). Nei casi in cui le attrezzature siano state sostituite con componenti omologhi, i numeri utilizzati per i vecchi componenti sono stati attribuiti anche ai nuovi. Le attrezzature non identificate nelle cianografie sono state contraddistinte da una lettera. Tali attrezzature sono identificate in modo analogo negli appropriati diagrammi schematici del Capitolo 2, che riflettono le condizioni di costruzione del settembre 1992.

Table B.1. Bldg. 401—Barracks (SW): SDHW System Components

Tabella B.1. Edificio 401—Caserma (SO) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.1

Tabella B.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
401-1	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
401-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, 5000 liters capacity, with fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, capacità: 5000 litri, con tubo in rame ad alette.
401-3	Solar system expansion tank, transparent PVC, 35 liter capacity.	Cassetta di espansione per impianto solare, in PVC trasparente, capacità: 35 litri.
401-4	Circulating pump for solar panels, designed: 4000 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 4000 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
401-5	Three-way, two-position valve, 2 in. diam. with motor, 220 V, 50 Hz.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 2", motorizzata, 220 V, 50 Hz.
401-6	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.
401-7	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
401-8 and 401-9	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
401-10	Two-position thermostat.	Termostato a due posizioni.
401-11	Two-position thermostat, range: 30 to 90°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 90°C.
401-15	Circulating pump, heat exchanger to boiler, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore e caldaia, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.

Table B.1

Tabella B.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
401-16	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
401-18	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
401-A	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
401-B	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.

Table B.2. Bldg. 406—Barracks (SE): SDHW System Components

Tabella B.2. Edificio 406—Caserma (SE) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.2

Tabella B.2

Component Componente	Component Description	Descriptione del componente
406-1	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
406-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, 5000 liters capacity, with fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, capacità: 5000 litri, con tubo in rame ad alette.
406-3	Solar system expansion tank, transparent PVC, 35 liter capacity.	Cassetta di espansione per impianto solare, in PVC trasparente, capacità: 35 litri.
406-4	Circulating pump for solar panels, designed: 4000 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 4000 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
406-5	Three-way, two-position valve, 2 in. diam. with motor, 220 V, 50 Hz.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 2", motorizzata, 220 V, 50 Hz.
406-6	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.
406-7	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
406-8 and 406-9	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
406-10	Two-position thermostat.	Termostato a due posizioni.
406-11	Two-position thermostat, range: 30 to 90°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 90°C.
406-15	Circulating pump, heat exchanger to boiler, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore e caldaia, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.

Table B.2

Tabella B.2

Component Componente	Component Description	Descriptione del componente
406-16	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
406-18	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
406-A	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
406-B	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.

Table B.3. Bldg. 409—Barracks (NE): SDHW System Components

Tabella B.3. Edificio 409—Caserma (NE) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.3

Tabella B.3

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
409-1	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
409-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, 5000 liters capacity, with fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, capacità: 5000 litri, con tubo in rame ad alette.
409-3	Solar system expansion tank, stainless steel with cover.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile con coperchio.
409-4	Circulating pump for solar panels, designed: 4000 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 4000 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
409-5	Three-way, two-position valve, 2 in. diam. with motor, 220 V, 50 Hz.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 2", motorizzata, 220 V, 50 Hz.
409-6	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.
409-7	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
409-8 and 409-9	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
409-10	Two-position thermostat.	Termostato a due posizioni.
409-11	Two-position thermostat, range: 30 to 90°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 90°C.
409-15	Circulating pump, heat exchanger to boiler, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore e caldaia, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.

Table B.3

Tabella B.3

Component Componente	Component Description	Descriptione del componente
409-16	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
409-18	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
409-A	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
409-B	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.

SYSTEMS COMPONENTS LISTS

Appendix B
B-8

ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

Table B.4. Bldg. 412—Barracks (NW): SDHW System Components

Tabella B.4. Edificio 412—Caserma (NO) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.4

Tabella B.4

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
412-1	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
412-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, 5000 liters capacity, with fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, capacità: 5000 litri, con tubo in rame ad alette.
412-3	Solar system expansion tank, stainless steel with cover.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile con coperchio.
412-4	Circulating pump for solar panels, designed: 4000 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 4000 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
412-5	Three-way, two-position valve, 2 in. diam. with motor, 220 V, 50 Hz.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 2", motorizzata, 220 V, 50 Hz.
412-6	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.
412-7	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
412-8 and 412-9	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
412-10	Two-position thermostat.	Termostato a due posizioni.
412-11	Two-position thermostat, range: 30 to 90°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 90°C.
412-15	Circulating pump, heat exchanger to boiler, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore e caldaia, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.

SYSTEMS COMPONENTS LISTS

**Appendix B
B-9**

ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

Table B.4

Tabella B.4

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
412-16	Shell-and-tube heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a fascio tubiero, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
412-18	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
412-19	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.

Table B.5. Bldg. 689—Shower Building (Campground): SDHW System Components

Tabella B.5. Edificio 689—Docce (accampamento) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.5

Tabella B.5

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
689-2	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
689-3	High limit manually reset thermostat, type approved by I.S.P.E.S.L.	Termostato a riarmo manuale del limite superiore, tipo approvato dalla I.S.P.E.S.L.
689-11	Circulating pump, domestic hot water system, designed: centrifugal, in-line type, 4 m ³ /h capacity, 3.0 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W.	Pompa di circolazione per impianto di acqua calda sanitaria, progettata: centrifuga in linea, capacità: 4 m ³ /h, prevalenza: 3,0 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W.
689-12	Circulating pump, heating system, 2.3 m ³ /h capacity, 2.6 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to 689-11, installed).	Pompa di circolazione, impianto di riscaldamento, capacità: 2,3 m ³ /h, prevalenza: 2,6 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla 689-11, installata).
689-13	Circulating pump, domestic hot water recirculation system, designed: 0.6 m ³ /h capacity, 1 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 48 W.	Pompa di circolazione, impianto di ricircolazione dell'acqua calda sanitaria. Progettata: capacità: 0,6 m ³ /h, prevalenza: 1 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata 48 W.
689-14	Circulating pump, solar collector system, designed: 5.4 m ³ /h capacity, 7.5 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to ##689-11, installed).	Pompa di circolazione, impianto di captazione solare. Progettata: capacità: 5,4 m ³ /h, prevalenza: 7.5 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla ##689-11, installata).
689-15	Circulating pump, heat exchanger to storage, designed: 5.0 m ³ /h capacity, 2.0 m head, 220 V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to ##689-11, installed).	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore ed accumulatore. Progettata: capacità: 5.0 m ³ /h, prevalenza: 2 m, 220 V monofase 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla ##689-11, installata).

Table B.5

Tabella B.5

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
689-17	Air handling unit, ceiling mounted, complete with fan, hot water coil and low velocity filter section. Fan capacity 5270 m ³ /h at 12 mm. External static pressure. Coil capacity: 46,000 KCal/h with 10°C entering air temperature and 85°C entering water temperature with 20°C water temperature drop and 850 FPM maximum face velocity, 220V, three phase, 50 Hz.	Unità di trattamento dell'aria, montata a soffitto, completa di ventilatore, serpentino ad acqua calda e sezione filtri a bassa velocità. Capacità del ventilatore: 5270 m ³ /h a 12 mm di pressione statica esterna. Capacità del serpentino: 46.000 Kcal/h con una temperatura di immissione dell'aria di 10°C ed una temperatura di immissione dell'acqua di 85°C con un abbassamento di temperatura dell'acqua di 20°C ed una velocità frontale massima di 4,3 m/s (850 FPM), 220 V, trifase, 50 Hz.
689-19	Solar collectors, flat plate, effective panel area 0.65 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 0,65 m ² .
689-20	Solar storage tank, vertical, glass lined, 2000 liters capacity complete with manufacturer's thermal insulation.	Accumulatore di energia solare, verticale, vetrificato, capacità: 2000 litri, completo di coibentazione termica applicata in fabbrica.
689-21	Three way valve, 2 position, 1½ in. diam., with motor, 24V, 50 Hz. Installed as diverting valve.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 1½", motorizzata, 24 V, 50 Hz. Installata come valvola di deviazione.
689-22	Two-way solenoid valve, 1½ in. diam., with motor, 24V, 50 Hz.	Valvola a solenoide a due vie, diametro: 1½", motorizzata, 24 V, 50 Hz.
689-23	Domestic hot water generator, vertical type, complete with thermal insulation, 3000 liters capacity, glass lined.	Generatore d'acqua calda sanitaria, verticale, completo di coibentazione termico, capacità: 3000 litri, vetrificato.
689-24	Plate heat exchanger, stainless steel AISI 316L, 6.11 m ² total area, 49 plates.	Scambiatore di calore a piastre, in acciaio inossidabile AISI 316L, area totale: 6,11 m ² , 49 piastre.
689-25	Electronic panel complete with one solar collector temperature sensor and three storage tank temperature sensors.	Pannello elettronico, completo di sensore ad immersione della temperatura per collettore solare e di tre sensori della temperatura dei serbatoi accumulatori.
689-26	Expansion tank, self pressurized type, 24 liters capacity, complete with air separator device.	Cassetta di espansione, autopersurizzata, capacità: 24 litri, completa di separatore dell'aria.

SYSTEMS COMPONENTS LISTS

Appendix B
B-12

ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

Tabella B.5

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
689-27	Three-way valve, 2-in. diam., with motor, sensor, and regulator.	Valvola a tre vie, diametro: 2", con motore, sensore e regolatore.
689-30	Integrator of thermal energy electronic meter. 4 W, 220 V, single phase, 50 Hz, complete with built-in KAT display.	Integratore del misuratore elettronico d'energia termica, 4 W, 220 V, monofase, 50 Hz. Completo di display KAT incorporato.
689-31	Volume meter.	Misuratore di volume.
689-32	Water sensor, transistor type, for integration.	Sensore dell'acqua a transistor, per l'integratore.
689-34	Seven day time clock.	Timer settimanale.
689-35	Room thermostat, range: 10 to 30°C.	Termostato ambiente, gamma: da 10 a 30°C.
689-36	Outdoor thermostat.	Termostato esterna.
689-38	Water flow sensor.	Flussostato.
689-39	Room thermostat, snap action.	Termostato ambiente a funzionamento acceso/spento.

Table B.6. Bldg. 701—Carabinieri/AAFES Maintenance Shop: SDHW System Components

Tabella B.6. Edificio 701—Carabinieri/Officina di manutenzione AAFES - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.6

Tabella B.6

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
701-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
701-2 and 701-3	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 50 W, 0.25 A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 50 W, 0,25 A.
701-4	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
701-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
701-7	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.
701-19	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
701-20	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contaore, 115 V, 50 Hz.
701-A	Electric hot water heater, 220 V, 1200 W, capacity 80 liters.	Scaldabagno elettrico, 220 V, 1200 W, capacità: 80 litri.
701-B	Expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
701-C	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.7. Bldg. 702—Maintenance Shop (Motor Pool): SDHW System Components

Tabella B.7. Edificio 702—Officina di manutenzione (parco automezzi) - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.7

Tabella B.7

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
702-4	3-way mixing valve, 2½ in. diam., complete with motor, 24V, 50 Hz and leverism.	Valvola di miscelazione a tre vie, diametro: 2½", completa di motore, 24 V, 50 Hz, e di tiranteria.
702-5	Circulating pump, heating system, designed: 250 W, 220 V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to -11, installed).	Pompa di ricircolazione, impianto di riscaldamento. Progettata: 250 W, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla -11, installata).
702-6	Supply sensor.	Sensore di mandata.
702-7	Electronic panel complete with weekly timer, 220V, single phase, 50 Hz.	Pannello elettronico completo di timer settimanale. 220 V, monofase, 50 Hz.
702-11	Seven day time clock.	Timer settimanale.
702-12	Outdoor thermostat.	Termostato esterna.
702-13	Outdoor sensor.	Sensore esterno.
702-14, 702-21, and 702-A	Circulating pump, designed: variously 220 W, 260 W, 370 W. Installed: 260 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione. Progettata: varia 220 W, 260 W, 370 W. Installata: 260 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
702-16	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
702-17	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
702-19	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
702-20	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz, single phase.	Regolatore della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, monofase.

Table B.7

Tabella B.7

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
702-22	Temperature sensor, length as recommended by panel manufacturer.	Sensore della temperatura, avente la lunghezza raccomandata dal costruttore dei pannelli solari.
702-24	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
702-25	Solar hot water generator, storage type, vertical, dual, 300 liters.	Generatore solare di acqua calda ad accumulo, verticale, doppio, da 300 litri.
702-26	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
702-29	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.
702-34	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
702-35	Site glass with gas threaded connections UNI 338, cast iron.	Spioncino in vetro con filettatura gas UNI 338 in ghisa.
702-36	Solar system expansion tank, stainless steel AISI 316, approximate capacity 20 liters, double insulated type.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile AISI 316, capacità: 20 litri ca., a doppia coibentazione.
702-B	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.8. Bldg. 723—Italian Restaurant: SDHW System Components

Tabella B.8. Edificio 723—Ristorante Italiano - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.8

Tabella B.8

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
723-8	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
723-11	Seven day time clock.	Timer settimanale.
723-12	Outdoor thermostat.	Termostato esterna.
723-14	Circulating pump, heat exchangers to boiler, 110 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore alla caldaia, 110 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
723-16	Shell-and-tube heat exchanger with stainless steel shell AISI 316.	Scambiatore di calore a fascio tubiero con corpo in acciaio inossidabile AISI 316.
723-17	Three-way two-position valve, 50 mm, with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, dimensione: 50 mm, motorizzata.
723-19	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
723-20	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz, single phase.	Regolatore della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, monofase.
723-21	Circulating pump, solar panels, 1500 L/h at 3.6 m head, 140 W, 220V, single phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, pannelli solari, 1500 L/h. Prevalenza: 3,6 m, 140 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
723-22	Temperature sensor, length as recommended by panel manufacturer.	Sensore della temperatura, avente la lunghezza raccomandata dal costruttore dei pannelli solari.
723-24	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
723-25	Solar hot water generator, storage type, vertical, glass lined, 2000 liters capacity.	Generatore solare di acqua calda ad accumulo, verticale, vetrificato, capacità: 2000 litri.

Table B.8

Tabella B.8

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
723-26	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
723-28	Water softener.	Addolcitore.
723-29	Circulating pump, hot water supply, 40 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, mandata dell'acqua calda, 40 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
723-30	Integrator of thermal energy electronic meter. 4 W, 220 V, single phase, 50 Hz, complete with built-in KAT display.	Integratore del misuratore elettronico d'energia termica, 4 W, 220 V, monofase, 50 Hz. Completo di display KAT incorporato.
723-31	Volume meter.	Misuratore di volume.
723-32	Water sensor, transistor type, for integration.	Sensore dell'acqua a transistor, per l'integratore.
723-34	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
723-36	Solar system expansion tank, stainless steel AISI 316, approximate capacity 20 liters, double insulated type.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile AISI 316, capacità: 20 litri ca., a doppia coibentazione.

Table B.9. Bldg. 771—Post Office: SDHW System Components

Tabella B.9. Edificio 771—Ufficio Postale - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.9

Tabella B.9

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
771-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
771-2 and 771-3	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 185 W, 1.65A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 185 W, 1,65 A.
771-4	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
771-5	Electric resistance, 1600 W, 220 V, 10 A.	Resistenza elettrica, 1600 W, 220 V, 10 A.
771-7	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.
771-19	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
771-20	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contaore, 115 V, 50 Hz.
771-B	Expansion tank, self-pressurized type, 14 liters capacity.	Cassetta di espansione autopressurizzata, capacità: 14 litri.
771-C	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.10. Bldg. 824—Latrine and Shower Building: SDHW System Components

Tabella B.10. Edificio 824—Docce e gabinetti - Componenti dell'impianto SDHW

Tabella B.10

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
824-1	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
824-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, glass lined, 3000 liters capacity, with three removable coils, fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, vetrificato, capacità: 3000 litri, con tre serpentine estraibili, tubo in rame ad alette.
824-3	Solar system expansion tank, transparent PVC, approximate capacity liters.	Cassetta di espansione per impianto solare, in PVC trasparente, capacità: litri ca.
824-4	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz, single phase.	Regolatore della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, monofase.
824-5	Temperature sensor, length as recommended by panel manufacturer.	Sensore della temperatura, avente la lunghezza raccomandata dal costruttore dei pannelli solari.
824-7	Circulating pump for solar panels, designed: 0 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 0 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
824-8	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
824-9 and 824-16	Two position thermostat, range: 30 to 80°C. Two stage type.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C, a due stadi.
824-13	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
824-15	Hot water tank "with double removable coils."	Serbatoio dell'acqua calda a serpentine doppi estraibili.
824-18	Seven day time clock.	Timer settimanale.

SYSTEMS COMPONENTS LISTS

Appendix B
B-20

ELENCO DEI COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

Table B.10

Tabella B.10

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
824-19	Circulating pump, 9000 L/h, 3 m head, 0.3 hp, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 9000 L/h, prevalenza: 3 m, 0,3 hp, 220 V, trifase, 50 Hz.
824-20	Circulating pump, 2800 L/h at 6 m head, 0.35 hp, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 2800 L/h, prevalenza: 6 m, 0,35 hp, 220 V, trifase, 50 Hz.
824-21	Circulating pump, 600 L/h at 2 m head, 70 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 600 L/h, prevalenza: 2 m, 70 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
824-22	Fan-coil unit, horizontal, suspended above ceiling, with return air plenum and filter on the unit back. 85 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Ventilconvettore orizzontale per sistemazione pensile nel controsoffitto, con plenum di ripresa e filtro dell'aria sulla parte posteriore dell'unità. 85 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
824-23	Three-way, two-position diverting valve, 1/2 in. diam., 10 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, diametro: 1 1/2", 10 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
824-24, 824-25, and 824-26	Two-position thermostat, range: -15 to 35°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da -15 a 35°C.
824-28	Three-way, two-position valve, size 32 mm.	Valvola a tre vie, due posizioni, dimensione: 32 mm.
824-36	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
824-38 and 824-B	Three-way, two-position valve, a 1 1/2-in. diam., complete with motor, 24 V, 50 Hz, for use as a mixing valve or diverter valve.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, diametro: 1 1/2", motorizzata, 24 V, 50 Hz, da usarsi quale valvola di miscelazione o di deviazione.
824-A	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.

Table B.11. Bldg. 829—Change House: SDHW System Components

Tabella B.11. Edificio 829—Change House - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.11

Tabella B.11

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
829-A ₁	Solar hot water generator, storage type, vertical, 1000 liters.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, da 1000 litri.
829-A ₂	Hot water tank, storage type, vertical, with removable coil.	Seratoio dell'acqua calda ad accumulo, verticale, con serpentino estraibile.
829-B	Circulating pump, heat exchanger to solar storage tank, 220 W, 220 V, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore all'accumulatore termico, 220 W, 220 V, 50 Hz.
829-CS	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
829-D	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
829-P _C	Circulating pump, storage tank to boiler, 180 W, 220 V, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dall'accumulatore termico alla caldaia, 180 W, 220 V, 50 Hz.
829-P _S	Circulating pump for solar panels, 80 W, 0.72 A.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, 80 W, 0,72 A.
829-T ₁	Modulating thermostat.	Termostato modulante.
829-V ₁	Three-way, two-position diverting valve, with motor.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, motorizzata.
829-V _x	Solar system expansion tank.	Cassetta di espansione per impianto solare.

Table B.12. Bldg. 836—Sea Pines Administration/General Purpose: SDHW System Components

Tabella B.12. Edificio 836—Sea Pines - Amministrazione/Usi generali - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.12

Tabella B.12

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
836-A	Solar collectors, flat plate, aluminum-steel.	Collettori solari a pannelli, alluminio-acciaio.
836-B	Solar hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda solare.
836-C	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
836-D	Solar system expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione per impianto solare, autopressurizzata.
836-E	Circulating pump for solar panels, two speed: 80 W or 110 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, a due velocità: 80 W o 110 W.
836-F	Circulating pump, heat exchanger to solar storage tank, two speed: 80 W or 110 W.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore all'accumulatore termico, a due velocità: 80 W o 110 W.
836-G	Three-way, two-position valve, with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
836-I	Two-position temperature differential controllers, 220 V, 50 Hz, one each to control solar collector fluid circulating pumps and solar hot water tank circulating pumps.	Regolatori della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, uno ciascuno per il controllo delle pompe di circolazione del fluido termovettore e delle pompe di circolazione del serbatoio dell'acqua calda.
836-J	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
836-K	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler loop.	Scambiatore di calore a piastre, acqua potabile e circuito della caldaia a gasolio.

Table B.13. Bldg. 5023—NSE/167th Motor Pool: SDHW System ComponentsTabella B.13. Edificio 5023—NSE/Parco automezzi del 167^a - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.13

Tabella B.13

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5023-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
5023-2 and 5023-3	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 50 W, 0.25 A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 50 W, 0,25 A.
5023-4	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
5023-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
5023-7	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.
5023-19	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contatore, 220 V, 50 Hz.
5023-20	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contatore, 115 V, 50 Hz.
5023-A	Electric hot water heater.	Scaldabagno elettrico.
5023-B	Expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
5023-C	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.14. Bldg. 5130—509th Headquarters: SDHW System ComponentsTabella B.14. Edificio 5130—Quartier generale del 509^o - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.14

Tabella B.14

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5130-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
5130-2 and 5130-3	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 50 W, 0.25 A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 50 W, 0,25 A.
5130-4	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
5130-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
5130-7	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.
5130-19	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
5130-20	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contaore, 115 V, 50 Hz.
5130-B	Expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
5130-C	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.15. Bldg. 5140 —DEH Shops: SDHW System Components

Tabella B.15. Edificio 5141—Officine DEH - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.15

Tabella B.15

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5140-1	Solar panels, horizontal vacuum tubes, 1.13 m ² heat capturing net tube surface, 45° copper plate, 18 panels, 6 tubes each.	Pannelli solari a tubi orizzontali evacuati, superficie netta di captazione solare dei tubi: 1,13 m ² , piastra in rame a 45°, 18 pannelli di 6 tubi ciascuno.
5140-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil and integration coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame e serpentino di integrazione.
5140-3	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame.
5140-4	Electrical resistance, 3000 W, three phase, 220V, 50 Hz.	Resistenza elettrica, 3000 W, trifase, 220 V, 50 Hz.
5140-5	Magnesium anode.	Anodo al magnesio.
5140-6	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
5140-8 and 5140-9	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
5140-10	Selector switch "summer/winter".	Selettore "estate-inverno".
5140-11	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
5140-12 and 5140-13	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
5140-14	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.

Table B.15

Tabella B.15

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5140-15	Solar system circulating pump, 1450 L/h capacity, 4 m H ₂ O, 220 V, single phase, 50 Hz, 240 W.	Pompa di circolazione dell'impianto solare, capacità: 1450 L/h, prevalenza: 4 m H ₂ O, 220 V, monofase, 50 Hz, 240 W.
5140-16	Expansion tank, self-pressurized.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
5140-17 and 5140-19	Integration and recirculating pumps, 2500 L/h capacity, 2.5 m head, 220 V, single phase, 50 Hz, 140 W.	Pompe di integrazione e ricircolazione, capacità: 2500 L/h, prevalenza: 2,5 m, 220 V, monofase, 50 Hz, 140 W.
5140-18	Weekly timer with individual daily program.	Timer settimanale con programma giornaliero individuale.
5140-20	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
5140-21	Thermal energy meter.	Misuratore dell'energia termica.
5140-22	Pair of platinum thermal sensors for thermal energy meter.	Coppia di termosensori al platino per il misuratore dell'energia termica.
5140-23	Volume meter, with pulse emitter, 1 pulse every 2.5 dm ³ , for thermal energy meter.	Misuratore del volume con emettitore, 1 impulso ogni 2,5 dm ³ , per il misuratore dell'energia termica.
5140-24	Hour-meters.	Contaore.
5140-26	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.

Table B.16. Bldg. 5141—DEH Shops: SDHW System Components

Tabella B.16. Edificio 5141—Officine DEH - Componenti dell'impianto SDHW

Tabella B.16

Table B.16

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5141-1	Solar panels, horizontal vacuum tubes, 1.13 m ² heat capturing net tube surface, 45° copper plate, 18 panels, 6 tubes each.	Pannelli solari a tubi orizzontali evacuati, superficie netta di captazione solare dei tubi: 1,13 m ² , piastra in rame a 45°, 18 pannelli di 6 tubi ciascuno.
5141-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil and integration coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame e serpentino di integrazione.
5141-3	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame.
5141-4	Electrical resistance, 3000 W, three phase, 220V, 50 Hz.	Resistenza elettrica, 3000 W, trifase, 220 V, 50 Hz.
5141-5	Magnesium anode.	Anodo al magnesio.
5141-6	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
5141-8 and 5141-9	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
5141-10	Selector switch "summer/winter".	Selettore "estate-inverno".
5141-11	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
5141-12 and 5141-13	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
5141-14	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.

Table B.16

Tabella B.16

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5141-15	Solar system circulating pump, 1450 L/h capacity, 4 m H ₂ O, 220 V, single phase, 50 Hz, 240 W.	Pompa di circolazione dell'impianto solare, capacità: 1450 L/h, prevalenza: 4 m H ₂ O, 220 V, monofase, 50 Hz, 240 W.
5141-16	Expansion tank, self-pressurized.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
5141-17	Integration pumps, 2500 L/h capacity, 2.5 m head, 220 V, single phase, 50 Hz, 140 W.	Pompe di integrazione, capacità: 2500 L/h, prevalenza: 2,5 m, 220 V, monofase, 50 Hz, 140 W.
5141-18	Weekly timer with individual daily program.	Timer settimanale con programma giornaliero individuale.
5141-21	Thermal energy meter.	Misuratore dell'energia termica.
5141-22	Pair of platinum thermal sensors for thermal energy meter.	Coppia di termosensori al platino per il misuratore dell'energia termica.
5141-23	Volume meter, with pulse emitter, 1 pulse every 2.5 dm ³ , for thermal energy meter.	Misuratore del volume con emettitore, 1 impulso ogni 2,5 dm ³ , per il misuratore dell'energia termica.
5141-24	Hour-meters.	Contaore.
5141-26	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.

Table B.17. Bldg. 5150—Shop 1: SDHW System Components

Tabella B.17. Edificio 5150—Officina 1 - Componenti dell'impianto SDHW

Tabella B.17

Table B.17

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5150-6	Electronic panel complete with weekly timer, 220V, single phase, 50 Hz.	Pannello elettronico completo di timer settimanale. 220 V, monofase, 50 Hz.
5150-7	Supply sensor.	Sensore di mandata.
5150-8	Outdoor sensor.	Sensore esterno.
5150-9	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
5150-10	Outdoor thermostat.	Termostato esterna.
5150-11	Seven day time clock.	Timer settimanale.
5150-19 and 5150-C	Three-way two-position valve, 50 mm, with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, dimensione: 50 mm, motorizzata.
5150-20	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
5150-25	Solar collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
5150-27	Solar system expansion tank, stainless steel AISI 316, approximate capacity 20 liters, double insulated type.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile AISI 316, capacità: 20 litri ca., a doppia coibentazione.
5150-28	Solar hot water generator, storage type, vertical, glass lined, 2000 liters capacity.	Generatore solare di acqua calda ad accumulo, verticale, vetrificato, capacità: 2000 litri.
5150-29	Circulating pump, designed: variously 220 W, 260 W, 370 W. Installed: 260 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione. Progettata: varia 220 W, 260 W, 370 W. Installata: 260 W, 220 V, trifase, 50 Hz.

Table B.17

Tabella B.17

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5150-30	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
5150-31	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz, single phase.	Regolatore della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, monofase.
5150-32	Temperature sensor, length as recommended by panel manufacturer.	Sensore della temperatura, avente la lunghezza raccomandata dal costruttore dei pannelli solari.
5150-33	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
5150-34	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.
5150-A	Circulating pump, 280 L/min, 1.0 m head.	Pompa di circolazione, capacità: 280 L/min, prevalenza: 1 m.
5150-B	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.
5150-D	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

Table B.18. Bldg. 5164—DEH Maintenance Shop: SDHW System Components

Tabella B.18. Edificio 5164—Officina di manutenzione DEH - Componenti dell'impianto SDHW

Table B.18

Tabella B.18

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5164-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
5164-2 and 5164-3	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 50 W, 0.25 A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 50 W, 0,25 A.
5164-4	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
5164-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
5164-7	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.
5164-19	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
5164-20	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contaore, 115 V, 50 Hz.
5164-B	Expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
5164-C	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

**Appendix C. COMPONENT INFORMATION
FOR SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendice C. INFORMAZIONI SUI
COMPONENTI PER L'INVENTARIO
DEI PEZZI DI RICAMBIO**

This appendix includes two tables which provide supporting information for the spare parts inventory recommendations of Chap. 5. Table C.1 provides component descriptions which generally include specifications and operating parameters. Table C.2 provides a component location matrix which lists the component number for cross-referencing to the descriptions in Table C.1 as well as the number of units used in each solar domestic hot water system. Many parts are identical within several different systems.

Questa appendice comprende due tabelle che forniscono ulteriori informazioni concernenti le raccomandazioni relative all'inventario dei pezzi di ricambio offerte nel capitolo 5. La Tabella C.1 descrive i componenti, specificandone di solito le dimensioni ed i parametri operativi. La Tabella C.2 offre una matrice dell'ubicazione dei componenti, che elenca il numero di componente, in modo da permetterne il riferimento crociato con le descrizioni della Tabella C.1, oltre al numero di unità usate in ogni impianto solare di produzione di acqua calda sanitaria. Molti pezzi sono identici in parecchi impianti diversi.

Table C.1. Component technical information

Tabella C.1. Informazioni tecniche sui componenti

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
<i>Collectors (Collettori)</i>		
401-1 (406-1, 409-1, 412-1, 702-26, 723-26, 824-1, 5150-25)	Solar Collectors, flat plate, effective area 1.6 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 1,6 m ² .
689-19	Solar collectors, flat plate, effective panel area 0.65 m ² .	Collettori solari a pannelli, area effettiva: 0,65 m ² .
701-4 (771-4, 5023-4, 5130-4, 5164-4)	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
829-CS	Solar collectors, flat plate.	Collettori solari a pannelli.
836-A	Solar collectors, flat plate, aluminum-steel.	Collettori solari a pannelli, alluminio-acciaio.
5140-1 (5141-1)	Solar panels, horizontal vacuum tubes, 1.13 m ² heat capturing net tube surface, 45° copper plate, 18 panels, 6 tubes each.	Pannelli solari a tubi orizzontali evacuati, superficie netta di captazione solare dei tubi: 1,13 m ² , piastra in rame a 45°, 18 pannelli di 6 tubi ciascuno.
<i>Hot Water Generators and Tanks (Generatori ed accumulatori di acqua calda)</i>		
401-2 (406-2, 409-2, 412-2)	Solar hot water generator, storage type, vertical, 5000 liters capacity, with fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, capacità: 5000 litri, con tubo in rame ad alette.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-3**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
401-A (406-A, 409-A)	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
689-20	Solar storage tank, vertical, glass lined, 2000 liters capacity complete with manufacturer's thermal insulation.	Accumulatore di energia solare, verticale, vetrificato, capacità: 2000 litri, completo di coibentazione termica applicata in fabbrica.
689-23	Domestic hot water generator, vertical type, complete with thermal insulation, 3000 liters capacity, glass lined.	Generatore d'acqua calda sanitaria, verticale, completo di coibentazione termico, capacità: 3000 litri, vetrificato.
701-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
701-A	Electric hot water heater, 220 V, 1200 W, capacity 80 liters.	Scaldabagno elettrico, 220 V, 1200 W, capacità: 80 litri.
702-25	Solar hot water generator, storage type, vertical, dual, 300 liters.	Generatore solare di acqua calda ad accumulo, verticale, doppio, da 300 litri.
723-25 (5150-28)	Solar hot water generator, storage type, vertical, glass lined, 2000 liters capacity.	Generatore solare di acqua calda ad accumulo, verticale, vetrificato, capacità: 2000 litri.
771-1 (5130-1, 5164-1)	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
824-2	Solar hot water generator, storage type, vertical, glass lined, 3000 liters capacity, with three removable coils, fins on copper tube.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, vetrificato, capacità: 3000 litri, con tre serpentine estraibili, tubo in rame ad alette.
824-15	Hot water tank "with double removable coils."	Serbatoio dell'acqua calda a serpentine doppi estraibili.
829-A ₁	Solar hot water generator, storage type, vertical, 1000 liters.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, da 1000 litri.
829-A ₂	Hot water tank, storage type, vertical, with removable coil.	Serbatoio dell'acqua calda ad accumulo, verticale, con serpentina estraibile.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-4**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
836-B	Solar hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda solare.
836-C	Hot water mixing tank.	Serbatoio di miscelazione dell'acqua calda.
5023-1	Hot water tank.	Serbatoio dell'acqua calda.
5023-A	Electric hot water heater.	Scaldabagno elettrico.
5140-2 (5141-2)	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil and integration coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame e serpentino di integrazione.
5140-3 (5141-3)	Solar hot water generator, storage type, vertical, galvanized, 800 liters, with removable copper solar coil.	Generatore solare d'acqua calda ad accumulo, verticale, zincato, da 800 litri, con serpentino solare estraibile in rame.
<i>Expansion Tanks (Cassette di espansione)</i>		
401-3 (406-3)	Solar system expansion tank, transparent PVC, 35 liter capacity.	Cassetta di espansione per impianto solare, in PVC trasparente, capacità: 35 litri.
409-3 (412-3)	Solar system expansion tank, stainless steel with cover.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile con coperchio.
689-26	Expansion tank, self pressurized type, 24 liters capacity, complete with air separator device.	Cassetta di espansione, autopressurizzata, capacità: 24 litri, completa di separatore dell'aria.
701-B (5023-B, 5130-B, 5164-B)	Expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
702-36 (723-36, 5150-27)	Solar system expansion tank, stainless steel AISI 316, approximate capacity 20 liters, double insulated type.	Cassetta di espansione per impianto solare, in acciaio inossidabile AISI 316, capacità: 20 litri ca., a doppia coibentazione.
771-B	Expansion tank, self-pressurized type, 14 liters capacity.	Cassetta di espansione autopressurizzata, capacità: 14 litri.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-5**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
824-3	Solar system expansion tank, transparent PVC, approximate capacity 40 liters.	Cassetta di espansione per impianto solare, in PVC trasparente, capacità: 40 litri ca.
829-V _x	Solar system expansion tank.	Cassetta di espansione per impianto solare.
836-D	Solar system expansion tank, self-pressurized type.	Cassetta di espansione per impianto solare, autopressurizzata.
5140-16 (5141-16)	Expansion tank, self-pressurized.	Cassetta di espansione, autopressurizzata.
<i>Pumps (Pompe)</i>		
401-B (406-B, 409-B, 412-19, 702-29, 5150-B)	Circulating pump, 48 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, 48 W, 220V, trifase, 50 Hz.
401-4 (406-4, 409-4, 412-4, 824-7)	Circulating pump for solar panels, designed: 4000 L/h capacity, 5 m head, 0.33 hp, 220 V, three phase, 50 Hz. Installed: 370 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, capacità progettata: 4000 L/h, prevalenza: 5 m, 0,33 hp, 220 V, trifase, 50 Hz. Installata: 370 W.
401-15 (406-15, 409-15, 412-15)	Circulating pump, heat exchanger to boiler, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore e caldaia, 30 m ³ /h, 1500 W, 2 hp.
689-11	Circulating pump, domestic hot water system, designed: centrifugal, in-line type, 4 m ³ /h capacity, 3.0 m head. 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W.	Pompa di circolazione per impianto di acqua calda sanitaria, progettata: centrifuga in linea, capacità: 4 m ³ /h, prevalenza: 3,0 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W.
689-12	Circulating pump, heating system, 2.3 m ³ /h capacity, 2.6 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to 689-11, installed).	Pompa di circolazione, impianto di riscaldamento, capacità: 2,3 m ³ /h, prevalenza: 2,6 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla 689-11, installata).

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-6**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Description del componente
689-13	Circulating pump, domestic hot water recirculation system, designed: 0.6 m ³ /h capacity, 1 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 48 W.	Pompa di circolazione, impianto di ricircolazione dell'acqua calda sanitaria. Progettata: capacità: 0,6 m ³ /h, prevalenza: 1 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata 48 W.
689-14	Circulating pump, solar collector system, designed: 5.4 m ³ /h capacity, 7.5 m head, 220V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to 689-11, installed).	Pompa di circolazione, impianto di captazione solare. Progettata: capacità: 5,4 m ³ /h, prevalenza: 7,5 m, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla 689-11, installata).
689-15	Circulating pump, heat exchanger to storage, designed: 5.0 m ³ /h capacity, 2.0 m head, 220 V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to 689-11, installed).	Pompa di circolazione, tra scambiatore di calore ed accumulatore. Progettata: capacità: 5.0 m ³ /h, prevalenza: 2 m, 220 V monofase 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla 689-11, installata).
701-2 (701-3, 5023-2, 5023-3, 5130-2, 5130-3, 5164-2, 5164-3)	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 50 W, 0.25 A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 50 W, 0,25 A.
702-A (702-14, 702-21, 5150-29)	Circulating pump, designed: variously 220 W, 260 W, 370 W. Installed: 260 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione. Progettata: varia 220 W, 260 W, 370 W. Installata: 260 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
702-5	Circulating pump, heating system, designed: 250 W, 220 V, single phase, 50 Hz. Installed: 248 W (identical to 689-11, installed).	Pompa di ricircolazione, impianto di riscaldamento. Progettata: 250 W, 220 V, monofase, 50 Hz. Installata: 248 W (identica alla 689-11, installata).
723-14	Circulating pump, heat exchangers to boiler, 110 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore alla caldaia, 110 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
723-21	Circulating pump, solar panels, 1500 L/h at 3.6 m head, 140 W, 220V, single phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, pannelli solari, 1500 L/h. Prevalenza: 3,6 m, 140 W, 220 V, monofase, 50 Hz.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-7**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
723-29	Circulating pump, hot water supply, 40 W, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, mandata dell'acqua calda, 40 W, 220 V, trifase, 50 Hz.
771-2 (771-3)	Circulating pumps, two mounted singly, one for solar panels and one for recirculation between hot water tank and plate heat exchanger, 185 W, 1.65A.	Pompe di circolazione, due montate separatamente, una per i pannelli solari e una per la ricircolazione tra il serbatoio dell'acqua calda e lo scambiatore di calore a piastre, 185 W, 1,65 A.
824-19	Circulating pump, 9000 L/h, 3 m head, 0.3 hp, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 9000 L/h, prevalenza: 3 m, 0,3 hp, 220 V, trifase, 50 Hz.
824-20	Circulating pump, 2800 L/h at 6 m head, 0.35 hp, 220 V, three phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 2800 L/h, prevalenza: 6 m, 0,35 hp, 220 V, trifase, 50 Hz.
824-21	Circulating pump, 600 L/h at 2 m head, 70 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Pompa di circolazione, capacità: 600 L/h, prevalenza: 2 m, 70 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
829-B	Circulating pump, heat exchanger to solar storage tank, 220 W, 220 V, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore all'accumulatore termico, 220 W, 220 V, 50 Hz.
829-P _C	Circulating pump, storage tank to boiler, 180 W, 220 V, 50 Hz.	Pompa di circolazione, dall'accumulatore termico alla caldaia, 180 W, 220 V, 50 Hz.
829-P _S	Circulating pump for solar panels, 80 W, 0.72 A.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, 80 W, 0,72 A.
836-E	Circulating pump for solar panels, two speed: 80 W or 110 W.	Pompa di circolazione per i pannelli solari, a due velocità: 80 W o 110 W.
836-F	Circulating pump, heat exchanger to solar storage tank, two speed: 80 W or 110 W.	Pompa di circolazione, dallo scambiatore di calore all'accumulatore termico, a due velocità: 80 W o 110 W.
5140-15 (5141-15)	Solar system circulating pump, 1450 L/h capacity, 4 m H ₂ O, 220 V, single phase, 50 Hz, 240 W.	Pompa di circolazione dell'impianto solare, capacità: 1450 L/h, prevalenza: 4 m H ₂ O, 220 V, monofase, 50 Hz, 240 W.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-8**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
5140-17 (5140-19, 5141-17)	Integration and recirculating pumps, 2500 L/h capacity, 2.5 m head, 220 V, single phase, 50 Hz, 140 W.	Pompe di integrazione e ricircolazione, capacità: 2500 L/h, prevalenza: 2,5 m, 220 V, monofase, 50 Hz, 140 W.
5150-A	Circulating pump, 280 L/min, 1.0 m head.	Pompa di circolazione, capacità: 280 L/min, prevalenza: 1 m.
<i>Valves (Valvole)</i>		
401-5 (406-5, 409-5, 412-5)	Three-way, two-position valve, 2 in. diam. with motor, 220 V, 50 Hz.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 2", motorizzata, 220 V, 50 Hz.
401-18 (406-18, 409-18, 412-18)	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
689-21	Three way valve, 2 position, 1½ in. diam., with motor, 24V, 50 Hz. Installed as diverting valve.	Valvola a tre vie, due posizioni, diametro: 1½", motorizzata, 24 V, 50 Hz. Installata come valvola di deviazione.
689-22	Two-way solenoid valve, 1½ in. diam., with motor, 24V, 50 Hz.	Valvola a solenoide a due vie, diametro: 1½", motorizzata, 24 V, 50 Hz.
689-27	Three-way valve, 2-in. diam., with motor, sensor, and regulator.	Valvola a tre vie, diametro: 2", con motore, sensore e regolatore.
702-4	3-way mixing valve, 2½ in. diam., complete with motor, 24V, 50 Hz and leverism.	Valvola di miscelazione a tre vie, diametro: 2½", completa di motore, 24 V, 50 Hz, e di tiranteria.
702-17 (824-13, 5140-14, 5141-14)	Three-way, two-position valve with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-9**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Componente	Component Description	Descrizione del componente
723-17 (5150-C, 5150-19)	Three-way two-position valve, 50 mm, with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, dimensione: 50 mm, motorizzata.
824-23	Three-way, two-position diverting valve, 1/2 in. diam., 10 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, diametro: 1 1/2", 10 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
824-28	Three-way, two-position valve, size 32 mm.	Valvola a tre vie, due posizioni, dimensione: 32 mm.
824-38 (824-B)	Three-way, two-position valve, a 1 1/2-in. diam., complete with motor, 24 V, 50 Hz, for use as a mixing valve or diverter valve.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, diametro: 1 1/2", motorizzata, 24 V, 50 Hz, da usarsi quale valvola di miscelazione o di deviazione.
829-V ₁	Three-way, two-position diverting valve, with motor.	Valvola di deviazione a tre vie, due posizioni, motorizzata.
836-G	Three-way, two-position valve, with motor.	Valvola a tre vie, due posizioni, motorizzata.
<i>Temperature Regulators and Thermostats (Regolatori della temperatura e termostati)</i>		
401-6 (406-6, 409-6, 412-6, 5140-26, 5141-26)	Temperature regulator, antifreezing type with sensor, range: -30 to 100°C	Regolatore della temperatura, tipo anticongelante, con sensore, gamma: da -30 a 100°C.
401-7 (406-7, 409-7, 412-7, 5140-11, 5141-11)	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz.	Regolatore della temperatura differenziale, a due posizioni, 220 V, 50 Hz.
401-10 (406-10, 409-10, 412-10)	Two-position thermostat.	Termostato a due posizioni.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-10**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
401-11 (406-11, 409-11, 412-11)	Two-position thermostat, range: 30 to 90°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 90°C.
689-2 (723-8, 824-36, 5140-20, 5150-9)	Strap-on thermostat.	Termostato a contatto.
689-3	High limit manually reset thermostat, type approved by I.S.P.E.S.L.	Termostato a riarmo manuale del limite superiore, tipo approvato dalla I.S.P.E.S.L.
689-35	Room thermostat, range: 10 to 30°C.	Termostato ambiente, gamma: da 10 a 30°C.
689-36 (702-12, 723-12, 5150-10)	Outdoor thermostat.	Termostato esterna.
689-39	Room thermostat, snap action.	Termostato ambiente a funzionamento acceso/spento.
702-19 (723-19, 5140-8, 5140-9, 5141-8, 5141-9, 5150-33)	Two-position thermostat, range: 30 to 80°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C.
702-20 (723-20, 824-4, 5150-31)	Two-position temperature differential controller, 220 V, 50 Hz, single phase.	Regolatore della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, monofase.
702-24 (723-24, 824-8, 5140-6, 5141-6, 5150-34)	Two position thermostat, range: 75 to 125°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da 75 a 125°C.

COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY

Appendix C
C-11

INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Description del componente
824-9 (824-16)	Two position thermostat, range: 30 to 80°C. Two stage type.	Termostato a due posizioni, gamma: da 30 a 80°C, a due stadi.
824-24 (824-25, 824-26)	Two-position thermostat, range: -15 to 35°C.	Termostato a due posizioni, gamma: da -15 a 35°C.
829-T ₁	Modulating thermostat.	Termostato modulante.
836-I	Two-position temperature differential controllers, 220 V, 50 Hz, one each to control solar collector fluid circulating pumps and solar hot water tank circulating pumps.	Regolatori della temperatura differenziale a due posizioni, 220 V, 50 Hz, uno ciascuno per il controllo delle pompe di circolazione del fluido termovettore e delle pompe di circolazione del serbatoio dell'acqua calda.
<i>Air Handling Units (Unità di trattamento dell'aria)</i>		
689-17	Air handling unit, ceiling mounted, complete with fan, hot water coil and low velocity filter section. Fan capacity 5270 m ³ /h at 12 mm. External static pressure. Coil capacity: 46,000 KCal/h with 10°C entering air temperature and 85°C entering water temperature with 20°C water temperature drop and 850 FPM maximum face velocity, 220V, three phase, 50 Hz.	Unità di trattamento dell'aria, montata a soffitto, completa di ventilatore, serpentino ad acqua calda e sezione filtri a bassa velocità. Capacità del ventilatore: 5270 m ³ /h a 12 mm di pressione statica esterna. Capacità del serpentino: 46.000 Kcal/h con una temperatura di immissione dell'aria di 10°C ed una temperatura di immissione dell'acqua di 85°C con un abbassamento di temperatura dell'acqua di 20°C ed una velocità frontale massima di 4,3 m/s (850 FPM), 220 V, trifase, 50 Hz.
824-22	Fan-coil unit, horizontal, suspended above ceiling, with return air plenum and filter on the unit back. δ5 W, 220 V, single phase, 50 Hz.	Ventilconvettore orizzontale per sistemazione pensile nel controsoffitto, con plenum di ripresa e filtro dell'aria sulla parte posteriore dell'unità. 85 W, 220 V, monofase, 50 Hz.
<i>Heat Exchangers (Scambiatori di calore)</i>		
401-16 (406-16, 409-16)	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-12**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Descrizione del componente
412-16	Shell-and-tube heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a fascio tubiero, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
689-24	Plate heat exchanger, stainless steel AISI 316L, 6.11 m ² total area, 49 plates.	Scambiatore di calore a piastre, in acciaio inossidabile AISI 316L, area totale: 6,11 m ² , 49 piastre.
701-C (771-C, 5023-C, 5130-C, 5164-C)	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
702-B	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
702-16	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
723-16	Shell-and-tube heat exchanger with stainless steel shell AISI 316.	Scambiatore di calore a fascio tubiero con corpo in acciaio inossidabile AISI 316.
824-A	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
829-D	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
836-J	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.
836-K	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler loop.	Scambiatore di calore a piastre, acqua potabile e circuito della caldaia a gasolio.
5150-D	Plate heat exchanger, potable water to solar collector loop.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e circuito del collettore solare.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-13**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Description del componente
5150-20	Plate heat exchanger, potable water to oil-fired boiler.	Scambiatore di calore a piastre, tra acqua potabile e caldaia a gasolio.
<i>Meters (Misuratori)</i>		
401-8 (401-9, 406-8, 406-9, 409-8, 409-9, 412-8, 412-9, 5140-12, 5140-13, 5141-12, 5141-13)	Temperature sensor, immersion type, for solar collector or for hot water generator, complete with cover.	Sensore della temperatura, ad immersione, per il generatore di acqua calda o per il collettore solare, completo di guaina.
689-30 (723-30)	Integrator of thermal energy electronic meter. 4 W, 220 V, single phase, 50 Hz, complete with built-in KAT display.	Integratore del misuratore elettronico d'energia termica, 4 W, 220 V, monofase, 50 Hz. Completo di display KAT incorporato.
689-31 (723-31)	Volume meter.	Misuratore di volume.
689-32 (723-32)	Water sensor, transistor type, for integration.	Sensore dell'acqua a transistor, per l'integratore.
689-34 (702-11, 723-11, 824-18, 5150-11)	Seven day time clock.	Timer settimanale.
689-38	Water flow sensor.	Flussostato.
701-7 (771-7, 5023-7, 5130-7, 5164-7)	Temperature sensor.	Sensore della temperatura.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-14**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Description del componente
701-19 (702-34, 723-34, 771-19, 5023-19, 5130-19, 5150-30, 5164-19)	Hour meter, 220 V, 50 Hz.	Contaore, 220 V, 50 Hz.
701-20 (771-20, 5023-20, 5130-20, 5164-20)	Hour meter, 115V, 50 Hz.	Contaore, 115 V, 50 Hz.
702-6 (5150-7)	Supply sensor.	Sensore di mandata.
702-13 (5150-8)	Outdoor sensor.	Sensore esterno.
702-22 (723-22, 824-5, 5150-32)	Temperature sensor, length as recommended by panel manufacturer.	Sensore della temperatura, avente la lunghezza raccomandata dal costruttore dei pannelli solari.
5140-18 (5141-18)	Weekly timer with individual daily program.	Timer settimanale con programma giornaliero individuale.
5140-21 (5141-21)	Thermal energy meter.	Misuratore dell'energia termica.
5140-22 (5141-22)	Pair of platinum thermal sensors for thermal energy meter.	Coppia di termosensori al platino per il misuratore dell'energia termica.
5140-23 (5141-23)	Volume meter, with pulse emitter, 1 pulse every 2.5 dm ³ , for thermal energy meter.	Misuratore del volume con emettitore, 1 impulso ogni 2,5 dm ³ , per il misuratore dell'energia termica.

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-15**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.1

Tabella C.1

Component Componente	Component Description	Description del componente
5140-24 (5141-24)	Hour-meters.	Contaore.
<i>Electric Resistance Units (Resistenze elettriche)</i>		
701-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
771-5	Electric resistance, 1600 W, 220 V, 10 A.	Resistenza elettrica, 1600 W, 220 V, 10 A.
5023-5	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
5130-5 (5164-5)	Electric resistance unit.	Resistenza elettrica.
5140-4 (5141-4)	Electrical resistance, 3000 W, three phase, 220V, 50 Hz.	Resistenza elettrica, 3000 W, trifase, 220 V, 50 Hz.
<i>Miscellaneous (Varie)</i>		
702-35	Site glass with gas threaded connections UNI 338, cast iron.	Spioncino in vetro con filettatura gas UNI 338 in ghisa.
723-28	Water softener.	Addolcitore.
5140-5 (5141-5)	Magnesium anode.	Anodo al magnesio.
5140-10 (5141-10)	Selector switch "summer/winter".	Selettore "estate-inverno".

Table C.2. Component location matrix

Tabella C.2. Matrice dell'ubicazione dei componenti

Table C.2

Tabella C.2

Componente	Building Number Numero dell'edificio																		
	401	406	409	412	689	701	702	723	771	824	829	836	5023	5130	5140	5141	5150	5164	
	<i>Collectors (Collettori)</i>																		
401-1	48	48	48	48			24	12		48							18		
689-19					135														
701-4						4			2				6	2					2
829-CS											12								
836-A												11							
5140-1															18	18			
	<i>Hot Water Generators and Tanks (Generatori ed accumulatori di acqua calda)</i>																		
401-2	1	1	1	1															
401-A	1	1	1																
689-20					1														
689-23	1				1														
701-1						1													
701-A						1													
702-25							2												
723-25																1			1

**COMPONENT INFORMATION FOR
SPARE PARTS INVENTORY**

**Appendix C
C-23**

**INFORMAZIONI SUI COMPONENTI PER
L'INVENTARIO DEI PEZZI DI RICAMBIO**

Table C.2

Tabella C.2

Component	Building Number Numero dell'edificio																		
	401	406	409	412	689	701	702	723	771	824	829	836	5023	5130	5140	5141	5150	5164	
702-13							1										1		
702-22							2	1	2								1		
5140-18															1	1			
5140-21															1	1			
5140-22															1	1			
5140-23															1	1			
5140-24															3	3			
<i>Electric Resistance Units (Resistenze elettriche)</i>																			
701-5						1													
771-5									1										
5023-5													1						
5130-5														1					1
5140-4															1	1			
<i>Miscellaneous (Varie)</i>																			
702-35							1												
723-28								1											
5140-5															1	1			
5140-10															1	1			

**INTERNAL DISTRIBUTION
DISTRIBUZIONE INTERNA**

1. J. C. Anderson
- 2-6. J. P. Belk
7. K. G. Briggs
8. D. D. Cannon
- 9-10. C. D. Doty
11. M. R. Feldman
12. C. P. Frew
13. R. W. Glass
14. P. H. Hight
15. J. R. Horton
16. J. S. Rayside
17. T. L. Ryan
18. C. E. Sage
- 19-23. W. R. Williams
24. J. R. Wolfgang
25. K-25 Applied Technology Library
26. DSRD Resource Center
27. ORNL Patent Office
28. ORNL Laboratory Records
29. ORNL Laboratory Records—RC
- 30-31. ORNL Central Research Library

**EXTERNAL DISTRIBUTION
DISTRIBUZIONE ESTERNA**

- 32-35. HQ USAREUR & 7th Army, Attn: AEAEN-EH-U, Unit 29351, APO AE 09014.
- 36-39. 219th Base Support Battalion, Attn: AESE-BSL-CE (Mr. Sergio Lenzi), APO AE 09613.
40. U.S. Army Southern European Task Force, Attn: AESE-EN (Mr. Francesco Mazzocchi), Unit 31401, Box 15, APO AE 09630.
41. U.S. Army Engineer District, Europe, Attn: CATAE-TD-M, Unit 25727, APO AE 09242.
42. U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory, Attn: CECER (Mr. Dale Herron), Box 9005, Champaign, IL 61826-9005.
43. U.S. Army Engineering and Housing Support Center, Attn: CEHSC-FU-M (Mr. Satish Sharma), Bldg. 358, Ft. Belvoir, VA 22060.
44. HQ USACE, Attn: CEMP-ET (Mr. Dan Gentil), Washington, D.C. 20314-1000.
45. HQ U.S. Air Force, Europe, Attn: CEOO (CPT Wilson), Unit 3050, Box 10, APO AE 09094.
46. U.S. Navy Public Works Center, Guam, Utilities Department (Ms. Elisabeth Jenicek), PSC 455, Box 195, FPO AP 96540-2937.
47. Ralph McElroy Co., Custom Division, P.O. Box 4828, Austin, Texas 78765.
48. Office of Assistant Manager for Energy Research and Development, DOE-OR, P.O. Box 2001, Oak Ridge, TN 37831-8600.
- 49-50. Office of Scientific and Technical Information, Bldg. 1916-T1, Oak Ridge Turnpike, Oak Ridge, TN 37830.

END

**DATE
FILMED**

10/01/93

