

**[C02]**

**UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI**

**PROFILO DEL PROTOCOLLO IEC 870-5-104**

| <b>Storia delle revisioni</b> |   |                   |             |
|-------------------------------|---|-------------------|-------------|
| <b>Rev.</b>                   | <b>Descrizione della revisione</b>                | <b>Autore</b>     | <b>Data</b> |
| 00                            | Prima emissione                                   | Giannuzzi         | 18-01-2001  |
| 01                            | Seconda emissione                                 | Giannuzzi-Agnetta | 02-12-2002  |
| 02                            | Modifiche al capitolo 13 ed alle tabelle relative | Giannuzzi-Agnetta | 10-09-2003  |
|                               |   |                   |             |
|                               |   |                   |             |
|                               |   |                   |             |

|                           |            |                          |                            |            |           |
|---------------------------|------------|--------------------------|----------------------------|------------|-----------|
| Rev. 02                   | 10-09-2003 | G.GIANNUZZI<br>V.AGNETTA |                            | M. SFORNA  | M. SFORNA |
|                           | Data       | Redatto                  | Collaborazioni             | Verificato | Approvato |
| Filename: DRRPX02039_p104 |            |                          | Sostituisce: IN.S.P.X00104 |            |           |

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| <br><b>GRN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                                 | <b>N° DRRPX02039</b><br>Rev.02 |
|   | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO<br/>CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>2 di 24</b>      |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. SCOPO.....</b>                           | <b>4</b>  |
| <b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>        | <b>4</b>  |
| <b>3. CAMPO DI APPLICAZIONE.....</b>           | <b>4</b>  |
| <b>4. GLOSSARIO.....</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>5. ARCHITETTURA SUPPORTATA .....</b>        | <b>4</b>  |
| <b>6. IMPLEMENTAZIONE DEL PROTOCOLLO .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>7. INDIRIZZAMENTO .....</b>                 | <b>8</b>  |
| <b>8. SELEZIONE STANDARD ASDU.....</b>         | <b>10</b> |
| <b>9. MESSAGGI MULTICAST .....</b>             | <b>13</b> |
| <b>10. MESSAGGI DI ARMAMENTO .....</b>         | <b>14</b> |
| <b>11. PROVA PERIODICA.....</b>                | <b>15</b> |
| <b>12. SINCRONIZZAZIONE.....</b>               | <b>16</b> |
| <b>13. STRUTTURA INDIRIZZAMENTI UPDC .....</b> | <b>18</b> |

## Figure

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1 - Inserimento della UPDC nel Sistema di Distacco Carichi .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>Figura 2 - Struttura del protocollo .....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>Figura 3 - Formato del telegramma.....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>Figura 4 - Struttura indirizzi .....</b>                                    | <b>9</b>  |
| <b>Figura 5 - Indirizzi segnali .....</b>                                      | <b>9</b>  |
| <b>Figura 6 - Sequenza di sincronizzazione .....</b>                           | <b>18</b> |

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  <p><b>GRN</b></p> <p>Gestore<br/>Rete<br/>Trasmissione<br/>Nazionale</p> <p>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</p> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                                 | <b>N° DRRPX02039</b><br>Rev.02 |
|   | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO<br/>CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>3 di 24</b>      |

## Tabelle

|   |    |
|---|----|
| TABELLA 1 - PARAMETRI [IEC104]  | 6  |
| TABELLA 2 - ACQUISIZIONE  | 7  |
| TABELLA 3 – COMANDI   | 7  |
| TABELLA 4 - INFORMAZIONI DI SISTEMA                                   | 8  |
| TABELLA 5 – ADDRESS ELEMENTS  | 8  |
| TABELLA 6 – CODICI DATA TYPE  | 10 |
| TABELLA 7 – STATO RTU   | 10 |
| TABELLA 8 – COMANDI   | 21 |
| TABELLA 9 – SEGNALI   | 22 |
| TABELLA 10 – MISURE   | 23 |
| TABELLA 11 – CARICHI INTERROMPIBILI IN TEMPO REALE: SEGNALI MULTICAST | 23 |
| TABELLA 12 – STRUTTURA IOA  | 24 |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>4 di 24</b>                     |

## 1. SCOPO

Il protocollo IEC 870-5-104 rappresenta una evoluzione del precedente protocollo IEC 870-5-101 ed è basato sulla diffusissima tecnologia TCP/IP.

Scopo del presente documento è specificare le modalità implementative strettamente connesse al telecontrollo delle Unità Periferiche Distacco Carichi (UPDC), utilizzate dai sistemi appartenenti al Piano di Difesa del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN).

Nel seguito saranno evidenziate quelle caratteristiche dell'implementazione che si presentano come personalizzazioni, limitazioni od estensioni rispetto alle varie possibilità prospettate dal protocollo IEC 870-5-104.

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IEC 60870-5-104 – Dic. 2000 (nel seguito indicato con [IEC104])

IEC 60870-5-101 – Set. 1997

## 3. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni contenute nel presente documento si applicano al Sistema Distacco Carichi del GRTN con particolare riferimento alle Unità Periferiche Distacco Carichi (UPDC).

## 4. GLOSSARIO

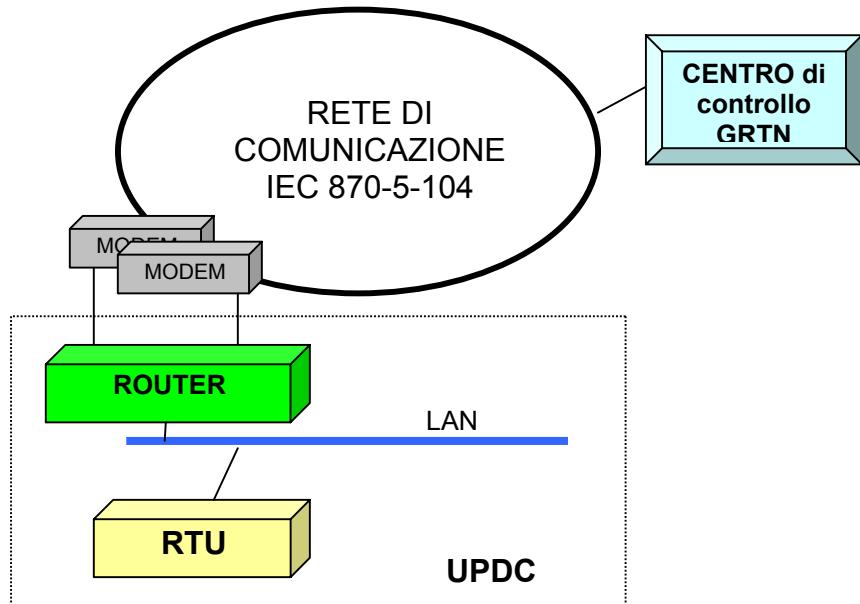
- APCI: Application Protocol Control Information.
- APDU: Application Protocol Data Unit.
- ASDU: Application Service Data Unit.
- IGMP: Internet Group Management Protocol (RFC 1112).
- IOA: Information Object Address.
- IP: Internet Protocol (RFC 791).
- TCP: Transmission Control Protocol (RFC 793).
- UDP: User Datagram Protocol (RFC 768).

## 5. ARCHITETTURA SUPPORTATA

Il sistema in cui verrà inserita l'UPDC è schematicamente rappresentato in Figura 1. Un server remoto, localizzato in un Centro di Controllo del GRTN, gestisce la comunicazione con le UPDC, interfacciate alla rete IP tramite router e modem.

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br>Rev.02 |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>5 di 24</b>      |

**Figura 1 - Inserimento della UPDC nel Sistema di Distacco Carichi**



## 6. IMPLEMENTAZIONE DEL PROTOCOLLO

In Figura 2 è riportata la selezione dei protocolli utilizzati nella UPDC, facendo riferimento agli standard IEC ed IETF.

**Figura 2 - Struttura del protocollo**

|   |   |                     |              |  |  |
|---|---|---------------------|--------------|--|--|
| Selezione delle funzioni applicative in accordo a IEC 870-5-5 e IEC 870-5-101 |   | Inizializzazione    | User process |  |  |
| Selezione ASDU da IEC 870-5-101 e IEC 870-5-104                               |   |                     |              |  |  |
| Application Protocol Control Information (APCI)                               |   |                     |              |  |  |
| Transmission Control Protocol (TCP)<br>RFC 793                                | User Datagram Protocol (UDP)<br>RFC 768 | Transport (layer 4) |              |  |  |
| Internet Protocol (IP)<br>RFC 791   | IGMP<br>RFC 1112                        | Network (layer 3)   |              |  |  |
| - livelli sottostanti: 2 (data link) ed 1 (physical) -                        |   |                     |              |  |  |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>6 di 24</b>                     |

### Composizione della trama 104

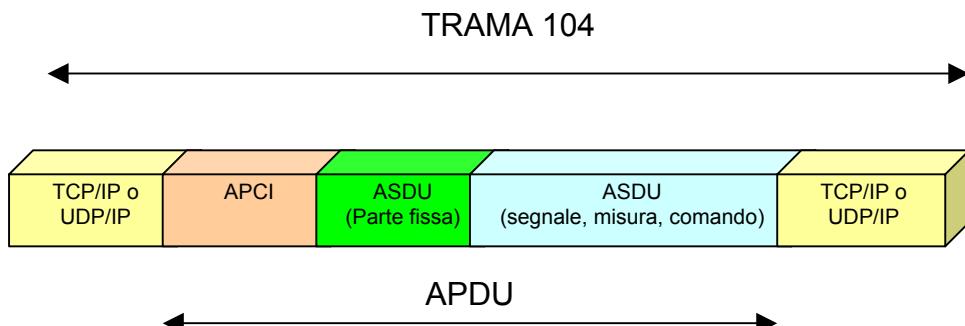
Un generico telegramma è composto dai seguenti segmenti:

- ASDU (5 bytes di parte fissa + le informazioni relative al segnale / comando / misura trasmessi).
- APCI (6 bytes di controllo).
- TCP/IP o UDP/IP (informazioni di trasporto: mittente, destinatario, ecc.).

Con APDU si intende la somma di ASDU ed APCI, di lunghezza massima 255 bytes.

La Figura 3 rappresenta in forma sintetica la struttura del telegramma:

**Figura 3 - Formato del telegramma**



### Procedura di comunicazione

Il centro di controllo remoto del GRTN comunicherà con l'UPDC (via TCP/IP) utilizzando la procedura STOPDT/STARTDT, come riportato in [IEC104] par. 5.3.

Per dettagli quali: la modalità di test, il controllo di flusso, i provvedimenti al fine di evitare la perdita e la duplicazione di messaggi, si faccia riferimento a [IEC104] par. 5.

In base alla rete comunicazione, verranno selezionati i seguenti parametri:

**Tabella 1 - Parametri [IEC104]**

| PARAMETRI                     | COMMENTI   | DEFAULT         |
|-------------------------------|--|-----------------|
| <b>Massima lunghezza ASDU</b> | Length of the ASDU part of a message   | <b>249 byte</b> |
| <b>T<sub>0</sub></b>          | Timeout of connection establishment.   | <b>30 s</b>     |
| <b>T<sub>1</sub></b>          | Timeout of send or test APDUs.   | <b>15 s</b>     |
| <b>T<sub>2</sub></b>          | Timeout for acknowledge in case of no data messages ( $t_2 < t_1$ )                      | <b>10 s</b>     |
| <b>T<sub>3</sub></b>          | Timeout for sending test messages (S-frame) in case of a long idle state ( $t_3 > t_1$ ) | <b>30 s</b>     |
| <b>k</b>                      | Maximum difference receive sequence number to send state variable                        | <b>12</b>       |
| <b>w</b>                      | Latest acknowledge after receiving w data messages (I-frame)                             | <b>8</b>        |

Limitatamente ai messaggi "multicast" (via UDP/IP), per la parte di controllo APCI (6 bytes) valgono le seguenti restrizioni:

- Le trame di informazione (tipo "I") utilizzano solo il contatore di sequenza di invio (SSN) che viene incrementato dal mittente ad ogni nuovo messaggio, sia reale che di prova. Il contatore di sequenza di ricezione (RSN) non viene utilizzato.
- Le trame di supervisione (tipo "S") non sono utilizzate.
- Le trame di controllo (tipo "U") STARTDT e STOPDT non sono utilizzate, né in direzione "act" né in direzione "con", mentre le trame TESTFR sono utilizzate periodicamente dal mittente (ad es. ogni 30 sec.), solo nella direzione "act" e senza attesa di conferma nella direzione "con", nei periodi in cui non viene inviata alcuna trama di informazione (tipo "I").

#### Interoperabilità ([IEC104] par.9)

Il documento IEC 870-5-104 è basato sullo standard IEC 870-5-101. Ne conserva l'impostazione generale, ma da esso si distingue per:

- Livello fisico (physical layer – [IEC104] par. 9.3 )
- Livello link (link layer – [IEC104] par. 9.4 )
- Livello applicativo (application layer – [IEC104] par. 9.5)

a questi si aggiunge il livello rete (network configuration – [IEC104] par. 9.2).

In realtà, le opzioni previste per il livello fisico ed il livello di rete risultano non applicabili, in quanto messe già a disposizione in TCP/IP o UDP/IP.

Con riferimento a [IEC104] par. 9.5 "Selection of standard ASDUs", in Tabella 2, Tabella 3 e Tabella 4, sono elencate le tipologie di funzioni prescelte.

**Tabella 2 - Acquisizione**

| TYPE IDENTIFICATION | SYMBOL    | DESCRIZIONE                  |
|---------------------|-----------|------------------------------|
| 1                   | M_SP_NA_1 | Segnale singolo              |
| 30                  | M_SP_TB_1 | Segnale singolo con time tag |
| 3                   | M_DP_NA_1 | Segnale doppio               |
| 9                   | M_ME_NA_1 | Misura (normalizzata)        |

**Tabella 3 – Comandi**

| TYPE IDENTIFICATION | SYMBOL    | DESCRIZIONE     |
|---------------------|-----------|-----------------|
| 45                  | C_SC_NA_1 | Comando singolo |
| 46                  | C_DC_NA_1 | Comando doppio  |
| 51                  | C_BO_NA_1 | Bitstring       |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>8 di 24</b>                     |

**Tabella 4 - Informazioni di sistema**

| <b>TYPE IDENTIFICATION</b> | <b>SYMBOL</b> | <b>DESCRIZIONE</b>    |
|----------------------------|---------------|-----------------------|
| 70                         | M_EI_NA_1     | End of initialization |
| 100                        | C_IC_NA_1     | Interrogazione        |
| 103                        | C_CS_NA_1     | Sincronizzazione      |
| 105                        | C_RP_NA_1     | Reset                 |

## 7. INDIRIZZAMENTO

Sempre con riferimento a [IEC104] 9.5, in Tabella 5 si riportano i formati scelti tra le opzioni dello standard.

**Tabella 5 – Address Elements**

| <b>PARAMETRO</b>                  | <b>LUNGHEZZA</b>   |
|-----------------------------------|--|
| <b>Common address ASDU</b>        | 2 ottetti  |
| <b>Information object address</b> | 3 ottetti  |
| <b>Cause of transmission</b>      | 2 ottetti (il campo “with originator address viene posto a 0”) |

### Vincoli su Common Address (Indirizzo di impianto)

- Il valore “0” non è permesso
- Il valore massimo (65535) è riservato per chiamate broadcast e non è dunque disponibile.

### Vincoli su Cause of Transmission

Questi vincoli saranno esplicitati nel presente documento nel par. “STANDARD ASDU”.

### Vincoli su Information Object Address

Il numero totale degli oggetti indirizzati non deve superare “65535” per impianto. Gli indirizzi devono essere univoci per stazione (identificata tramite common address).

### Struttura degli indirizzi

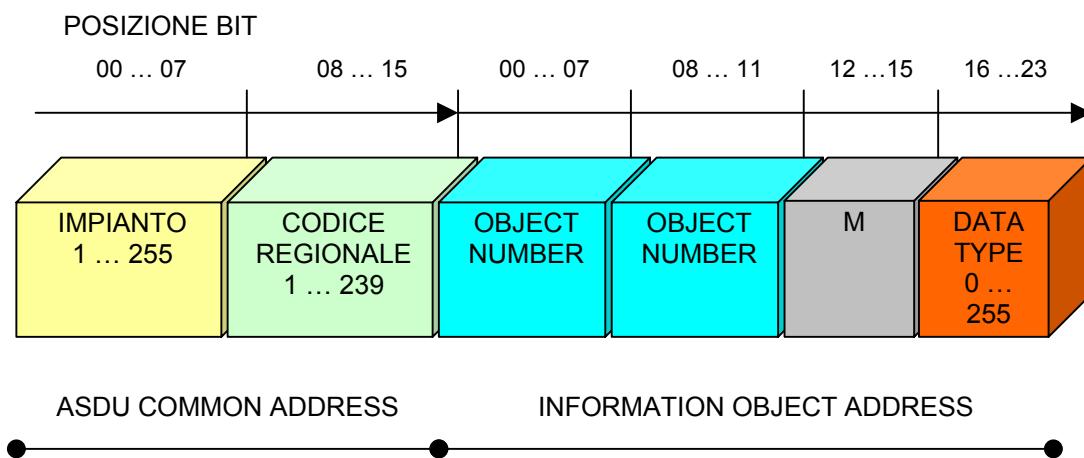
La struttura degli indirizzi, non esplicitamente vincolata dal protocollo, deve inevitabilmente seguire l'impostazione data nel profilo implementato in [IEC104].

Innanzitutto si distinguono due diverse presentazioni:

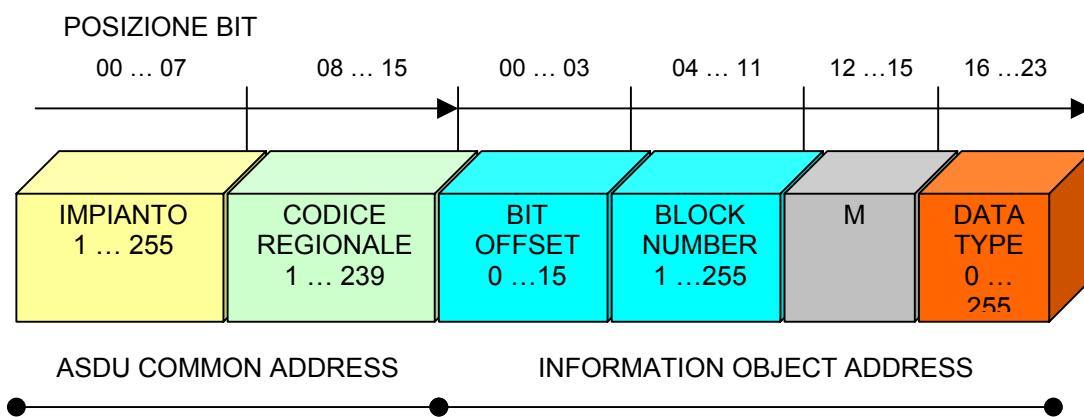
- Presentazione generale indirizzi (con esclusione dei segnali) - Figura 3

- Presentazione indirizzi segnali - Figura 4

**Figura 4 - Struttura indirizzi**



**Figura 5 - Indirizzi segnali**



#### Osservazioni alle figure 3 e 4

- Rispetto al server remoto di un centro, o ad un concentratore che raggruppa più RTU, la combinazione di common address ed information object address deve essere univoca.
- Il "CODICE REGIONALE" identifica la regione italiana ove è installata l'UPDC e deve essere univoco (con l'ulteriore restrizione di non usare né "0", né "240").
- Tutti gli oggetti che afferiscono all'UPDC sono identificati da un "object number" diverso da "0".

Si elencano di seguito i codici (bit significativi) relativi agli ASDU prescelti; la scelta del codice è dettata dall'esigenza di compatibilità con l'attuale protocollo del GRTN.

I codici non riportati devono essere liberamente assegnabili in una futura evoluzione del profilo.

**Tabella 6 – Codici Data Type**

| Codice | Data type                  | ASDU                |
|--------|----------------------------|---------------------|
| 0      | Segnale (singolo o doppio) | M_SP_xx, M_DP_xx    |
| 2      | Misura                     | M_ME_NA_1           |
| 7      | Comandi                    | C_SC_NA_1,C_DC_NA_1 |
| 14     | Bitstring                  | C_BO_NA_1           |
| 196    | Stato RTU                  | M_SP_NA_1           |

**Tabella 7 – Stato RTU**

| OBJECT NUMBER | ASDU      | DESCRIZIONE                            |
|---------------|-----------|--|
| 16            | M_SP_NA_1 | Avaria segnali                         |
| 17            | M_SP_NA_1 | Avaria misure                          |
| 20            | M_SP_NA_1 | Avaria comandi                         |
| 25            | M_SP_NA_1 | RTU Sincronizzata via GPS <sup>1</sup> |
| 26            | M_SP_NA_1 | Avaria GPS <sup>1</sup>                |
| 23            | M_SP_NA_1 | Anomalia RTU                           |
| Altri         |           | A cura del Costruttore della RTU       |

#### Osservazioni alla Tabella 7

Nella tabella 7 sono riportate le informazioni minime di diagnostica che la RTU deve poter inviare ai centri remoti.

Vincolante è l'object number associato a ciascun evento.

La segnalazione di "anomalia RTU" sarà generata come OR logico di una qualsiasi anomalia di apparato.

Nel caso in cui l'object number differisca da quanto prescritto nella presente specifica, deve essere fornita al GRTN una tabella completa delle informazioni di diagnostica dell'apparato corredata dai relativi object number.

## 8. SELEZIONE STANDARD ASDU

La selezione di seguito riportata rappresenta l'insieme minimo delle funzioni ASDU messe a disposizione dall'UPDC.

<sup>1</sup> O altra fonte primaria di sincronizzazione.

**Segnali singoli (M\_SP\_NA\_1 - TI 1) e segnali singoli con time-tag  
(M\_SP\_TB\_1 - TI 30)**

Presentazione:

|   |     |
|---|-----|
| 0 | OFF |
| 1 | ON  |

Codice di qualità: IV (non valido).

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).

- 3 (spontanea).
- 11 (Risposta a comando remoto).
- 20 (Interrogazione generale).

**Segnali doppi (M\_DP\_NA\_1 - TI 3)**

Presentazione:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| 0 | Posizione non congruente |
| 1 | OFF                      |
| 2 | ON                       |
| 3 | Posizione non congruente |

Codice di qualità: IV (non valido).

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).

- 3 (spontanea).
- 11 (Risposta a comando remoto).
- 20 (Interrogazione generale).

**Misure (M\_ME\_NA\_1 - TI 9)**

Presentazione: il valore assoluto 32767 corrisponde al 100% valore di setting sulla RTU.

Codice di qualità: IV (non valido).

OV (overflow).

Causa di trasmissione: - 1 (periodica / ciclica).

- 20 (Interrogazione generale).

**Comando singolo (C\_SC\_NA\_1 - TI 45)**

Presentazione:

|   |     |
|---|-----|
| 0 | OFF |
| 1 | ON  |

Codice di qualità: S / E (select execute).

QU (nessuna informazione).

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).

- 7 (Conferma attivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

### **Comandi doppi (C\_DC\_NA\_1 - TI 46)**

Presentazione:

|  |                            |
|--|----------------------------|
|  | 0 Posizione non congruente |
|  | 1 OFF                      |
|  | 2 ON                       |
|  | 3 Posizione non congruente |

Codice di qualità: S / E (select execute).

QU (nessuna informazione).

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

### **Stringhe di 32 bit (C\_BO\_NA\_1 - TI 51)**

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 8 (Disattivato).
- 9 (Conferma di disattivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

### **End initialization (M\_EI\_NA\_1 - TI 70)**

Provoca automaticamente una Interrogazione generale .

Causa di trasmissione: - COT (Inialized).

### **Interrogation Command (C\_IC\_NA\_1 - TI 100)**

Presentazione: codice per interrogazione .

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

### **Synchronization Command (C\_CS\_NA\_1 - TI 103)**

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

### **Reset PROCESS Command (C\_RP\_NA\_1 - TI 105)**

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| <br>Gestore Rete Trasmissione Nazionale<br><i>Direzione Rete</i><br><i>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br>Rev.02 |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>13 di 24</b>     |

Presentazione: codice per reset (QRP).

Codice di qualità: QRP - 1(Reset generale).

- 128 Ferma l'acquisizione dal campo.
- 129 Mette l'RTU fuori servizio.
- 130 Mette l'RTU in servizio.

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

## 9. MESSAGGI MULTICAST

Per permettere l'attuazione dei distacchi di carico in tempi inferiori a 200 ms e contemporaneamente su un insieme di UPDC distribuiti geograficamente, è necessario scegliere, per alcune tipologie di messaggi, un protocollo di trasporto senza controllo di flusso (UDP) ed utilizzare meccanismi di trasmissione di tipo "multicast" (cioè: un solo mittente e molti destinatari).

La formattazione logica di questi messaggi rimane comunque inalterata, secondo quanto definito nel par.8:

### Segnali singoli (M\_SP\_NA\_1 - TI 1)

Presentazione:

|   |    |
|---|----|
| 1 | ON |
|---|----|

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).

- 3 (spontanea).

A differenza del normale flusso Centro-UPDC, questi messaggi sono invece generati da particolari apparati periferici, inseriti nella rete del GRTN (di seguito denominati **Listener**), specializzati nella rivelazione di alcuni eventi considerati "critici" per la sicurezza della rete elettrica (ad es. scatto di una protezione di un componente del sistema elettrico).

Questi Listener inviano i messaggi "multicast" ad un indirizzo di riferimento comune chiamato "Group Address" (ad es. 224.0.224.1) e, a causa della mancanza del controllo di flusso, li ritrasmettono più volte (ad es. 3 volte con periodicità 30 ms.) in modo da prevenire eventuali perdite dei messaggi stessi. Il primo invio avrà causale 3 (spontanea) le successive ritrasmissioni avranno causale 2 (scansione di sottofondo).

E' necessario quindi che ogni UPDC, oltre al canale logico (socket) dedicato al colloquio con il centro (via TCP/IP alla porta 2404), apra un altro canale logico (socket) dedicato alla ricezione di tutti i messaggi "multicast" (via UDP/IP alla porta 2405).

Durante la fase di apertura di quest'ultimo canale logico, deve essere inoltre effettuata una registrazione, secondo il protocollo "IGMP", indicando l'interesse alla ricezione dei messaggi recanti il "Group Address" suddetto.

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>14 di 24</b>                    |

Questo meccanismo di registrazione, che è gestito dagli apparati di comunicazione (router), fa parte dell'architettura di inoltro dei messaggi "multicast" e non deve essere confuso con quello di armamento che sarà descritto nel paragrafo 10.

## 10. MESSAGGI DI ARMAMENTO

Data la notevole complessità della rete elettrica controllata dal GRTN, gli eventi considerati critici possono variare continuamente.

Per permettere agli apparati UPDC l'attuazione selettiva dei distacchi di carico, è prevista una procedura di "armamento", gestita dal Centro di Controllo del GRTN, basata sull'identificazione univoca di ogni evento critico temuto, attraverso "IP Address" e "Common Address", dell'apparato mittente, e "Object Address" assegnato all'evento stesso.

### Stringhe di 32 bit (C\_BO\_NA\_1 - TI 51) con SQ=1 e n.3 elementi

Presentazione:

|   |        |        |           |           |
|---|--------|--------|-----------|-----------|
| Listener IP Address:  | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3    | Byte 4    |
| Listener Common Address:                                    | Byte 1 | Byte 2 | Non usato | Non usato |
| Information Object Address<br>(dell'evento critico temuto): | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3    | Non usato |

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 8 (Disattivato).
- 9 (Conferma di disattivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

Il messaggio di armamento avrà causale 6 (attivato) e quello di disarmamento 8 (disattivato). A questi messaggi l'UPDC risponderà con le relative conferme: 7 (conferma attivazione) e 9 (conferma di disattivazione).

E' previsto anche il disarmamento automatico, con causale 10 (termine dell'attivazione), nei seguenti casi:

- dopo l'effettiva attuazione del comando di distacco;
- trascorso un timeout predefinito (ad es. 20 min.);
- in caso di mancata ricezione, per tre volte consecutive, del messaggio di controllo TESTFR inviato dal Listener.

Nella UPDC deve essere dunque prevista la gestione di uno o più comandi di "armamento" per ciascun carico controllato, formando così una matrice dinamica<sup>2</sup> evento/distacco dimensionata per armare almeno 50 eventi per ogni carico:

|          | IP1, CA1, IOA1   | IP2, CA2, IOA2   | ... | IPn, CAn, IOAn   |
|----------|------------------|------------------|-----|------------------|
| Carico 1 | armato (10 min.) | disattivo        | ... | armato (2 min.)  |
| Carico 2 | disattivo        | armato (15 min.) | ... | armato (20 min.) |
| ...      | ...              | ...              | ... | ...              |
| Carico n | disattivo        | armato (12 min.) | ... | disattivo        |

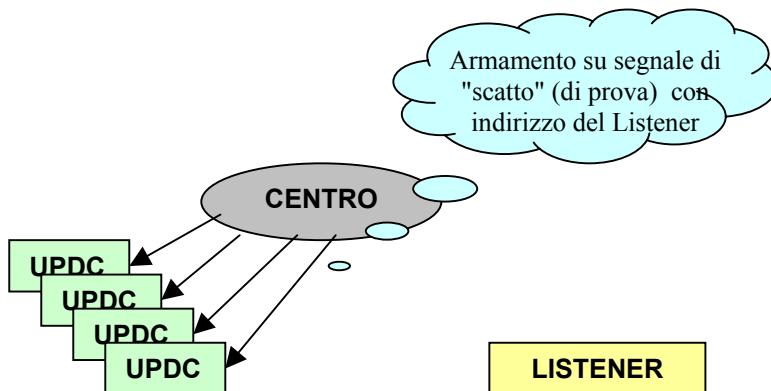
## 11. PROVA PERIODICA

L'efficacia dell'intervento di distacco si basa sul corretto funzionamento di tutti gli apparati coinvolti e sulla rapidità di attuazione del comando.

A questo scopo è prevista una procedura periodica di verifica dei tempi di risposta che inneschi gli stessi meccanismi che saranno poi utilizzati nei casi reali di distacco automatico.

La procedura è attivata dal Centro di Controllo del GRTN e si articola nei seguenti passi:

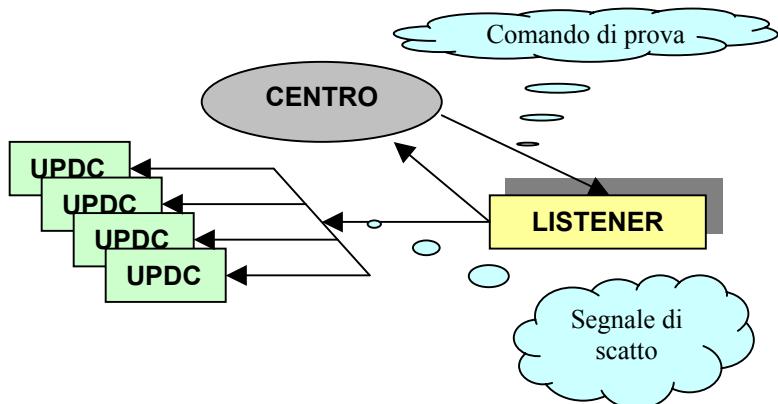
- Il Centro invia il comando di armamento a tutte le UPDC coinvolte nella prova, con l'indicazione del Listener designato e l'identificativo del segnale di "scatto" (di prova) relativo; in altre parole, il Centro avvisa un certo numero di UPDC che potrebbe transitare sulla rete dati un segnale singolo (identificato da un determinato Object Address) proveniente da un Listener (identificato da un determinato IP e Common Address) che dovrà scatenare nelle UPDC l'emissione di un comando di prova.



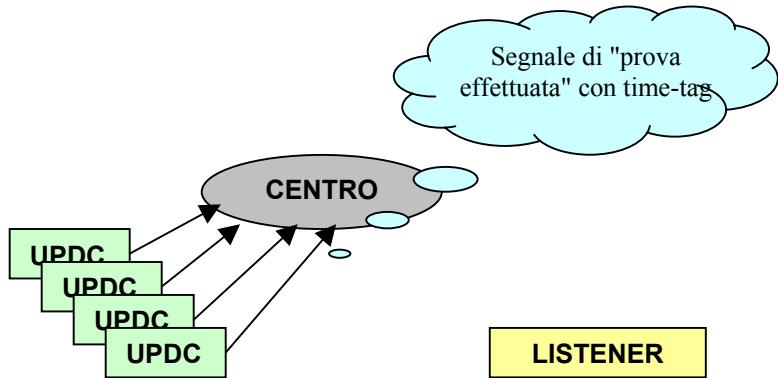
- Il Centro invia il comando di prova al suddetto Listener, in modo da innescare (via hardware) il segnale previsto.

<sup>2</sup> fra parentesi viene indicato il tempo mancante al disarmamento automatico.

- 3) Il Listener di conseguenza esegue la prova chiudendo un relè posto a morsettiera e generando nella rete dati un segnale di scatto di prova con la modalità "multicast" senza "time-tag".



- 4) Il Listener invia lo stesso segnale di scatto di prova al Centro, ma con il "time-tag" riferito alla variazione di stato del segnale hardware.
- 5) Ogni UPDC armata esegue il comando di prova automatico chiudendo un relè posto a morsettiera, in modo da innescare il segnale di "prova effettuata" che deve essere inviato al Centro insieme al "time-tag" relativo.



- 6) Trascorso un tempo di attesa predefinito, il Centro calcola i tempi di risposta (in ms.) effettuando la differenza fra il "time-tag" contenuto nel segnale di "scatto" (di prova), inviato dal Listener designato, ed il "time-tag" contenuto nei segnali di "prova effettuata", inviati dalle UPDC armate.
- 7) La procedura riprende dal primo punto, designando un altro Listener, fino al loro esaurimento.

## 12. SINCRONIZZAZIONE

Per ottenere la dovuta precisione nelle misure di tempo, è necessario che tutte le UPDC siano sincronizzate. A tal fine sono previste due fonti di riferimento temporale:

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>17 di 24</b>                    |

- Una fonte primaria, ad alta precisione (ad es. GPS), collegata via hardware con ogni apparato.
- Una fonte secondaria, a precisione più bassa, collegata sfruttando lo stesso protocollo utilizzato per lo scambio dati.

Per verificare il corretto funzionamento della fonte primaria o, in caso di mancanza momentanea di quest'ultima, per fornire il riferimento temporale della fonte secondaria, è prevista una procedura automatica di sincronizzazione con il sistema centrale.

La procedura utilizza, come previsto dallo standard, il messaggio C\_CS\_NA\_1 con causale 6 (attivato) e relativa conferma 7 (conferma attivazione).

A differenza dello standard deve però essere effettuata una doppia sequenza di sincronizzazione in modo da fornire, sia al sistema centrale che all'UPDC in esame, le informazioni necessarie per calcolare il ritardo di trasmissione e l'errore di tempo.

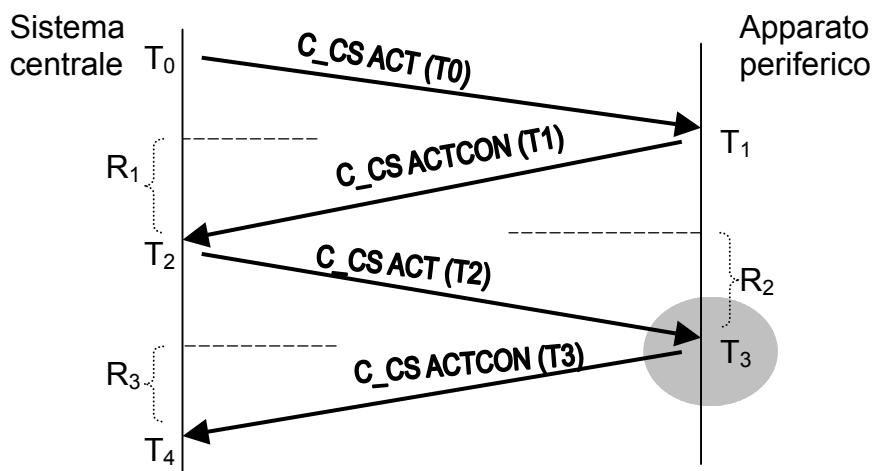
Specificatamente, e con riferimento alla Figura 6, è possibile evidenziare le seguenti operazioni:

- 0) Il Centro memorizza il tempo  $T_0$  ed invia il primo messaggio di sincronizzazione, recante il tempo  $T_0$  stesso.
- 1) L'UPDC riceve il primo messaggio di sincronizzazione, memorizza il tempo di ricezione  $T_1$  ed invia immediatamente la prima conferma, recante il tempo  $T_1$ , senza effettuare alcuna sincronizzazione.
- 2) Il Centro riceve la prima conferma, memorizza il tempo di ricezione  $T_2$ , invia immediatamente il secondo messaggio di sincronizzazione, recante il tempo  $T_2$ , e calcola:
  - il ritardo di trasmissione, secondo la formula  $R_1 = (T_2 - T_0)/2$ ;
  - l'errore di tempo, secondo la formula  $E_1 = T_2 - T_1 - R_1$ .
- 3) L'UPDC riceve il secondo messaggio di sincronizzazione, memorizza il tempo di ricezione  $T_3$  ed effettua le seguenti operazioni:
  - se la fonte di riferimento temporale primaria è funzionante, invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo  $T_3$ , senza effettuare alcuna sincronizzazione;
  - altrimenti:
    - calcola il ritardo di trasmissione, secondo la formula  $R_2 = (T_3 - T_1)/2$ ;
    - calcola l'errore di tempo, secondo la formula  $E_2 = T_3 - T_2 - R_2$ ;
    - se l'errore di tempo, in modulo, è inferiore al doppio del ritardo di trasmissione ( $|E_2| < 2R_2$ ) invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo  $T_3$ , senza effettuare alcuna sincronizzazione;
    - altrimenti effettua la sincronizzazione, utilizzando il nuovo tempo di riferimento  $T_3 = T_2 + R_2$ , ed invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo  $T_3$  appena sincronizzato.

4) Il Centro riceve la seconda conferma, memorizza il tempo di ricezione  $T_4$  e calcola:

- il ritardo di trasmissione, secondo la formula  $R_3 = (T_4 - T_2)/2$ ;
- l'errore di tempo, secondo la formula  $E_3 = T_4 - T_3 - R_3$ ;
- la correzione di tempo effettuata, secondo la formula  $C = E_3 - E_1$ .

**Figura 6 - Sequenza di sincronizzazione**



I valori significativi calcolati ( $R_3$ ,  $E_3$  e  $C$ ), catalogati per ogni apparato, sono quindi memorizzati in una tabella del sistema centrale e messi a disposizione per ulteriori elaborazioni. Va tenuto conto però che questi dati contengono un'imprecisione ( $\pm R_3$ ) dovuta alla possibile differenza fra il ritardo di trasmissione centro->periferia e quello del verso opposto.

Questi dati vanno quindi associati allo stato di funzionamento della fonte di riferimento temporale primaria, segnalata dall'UPDC in esame con uno specifico messaggio di anomalia.

La procedura di sincronizzazione, inoltre, deve essere effettuata con una UPDC alla volta, in modo da non sovraccaricare la rete di telecomunicazioni e non influenzare la precisione dei dati.

Infine occorre notare che, per non inficiare i calcoli suddetti, negli istanti  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , la ricezione del messaggio e la trasmissione del successivo deve avvenire senza introduzione di ulteriori ritardi.

### 13. STRUTTURA INDIRIZZAMENTI UPDC

Di seguito sono elencate tutte le informazioni gestite dalle RTU preposte al distacco dei carichi "in tempo reale" e "con preavviso".

Ogni RTU sarà caratterizzata da: IP address, region number, station number ed indirizzo ASDU, assegnati dal GRTN. Tale procedura permette di configurare gli indirizzi delle

|  |  |   |
|--|--|---|
| <br><b>GRTN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br><small>Rev.02</small> |
|  | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>19 di 24</b>                    |

informazioni (IOA) nello stesso modo per ogni UPDC, identificata univocamente nel sistema dal proprio indirizzo ASDU.

Sono di seguito riportati i criteri di indirizzamento standard<sup>3</sup> per le UPDC, relativamente al caso base in cui la macchina RTU agisca contemporaneamente su carichi interrompibili in tempo reale e con preavviso.

### **Comandi**

Sono previsti per ogni RTU:

- COMANDO DI PROVA RTU.
- ARMAMENTO<sup>4</sup> PROVA RTU.

I comandi inviati per ogni carico interrompibile (sia in tempo reale che con preavviso) sono:

- APERTURA E BLOCCO INTERRUTTORE.
- ARMAMENTO APERTURA INTERRUTTORE<sup>5</sup>.
- SBLOCCO INTERRUTTORE .

Per ogni impianto con carichi interrompibili con preavviso, si ha inoltre:

- RIDUZIONE DEI CARICHI ENTRO 15'.
- RIPRISTINO DEL SERVIZIO.

### **Segnali**

Per ogni RTU saranno disponibili i seguenti messaggi:

- PROVA RTU EFFETTUATA.
- ANOMALIA RTU.
- AVARIA COMANDI.
- AVARIA SEGNALI.
- AVARIA MISURE.
- RTU SINCRONIZZATA via GPS<sup>4</sup>.
- AVARIA GPS<sup>4</sup>.

I segnali associati ad ogni carico interrompibile (sia in tempo reale che con preavviso) sono:

- POSIZIONE INTERRUTTORE (APERTO/CHIUSO).

<sup>3</sup> Validi cioè per ogni impianto.

<sup>4</sup> Solo per RTU con carichi interrompibili in tempo reale.

<sup>5</sup> Solo per i carichi interrompibili in tempo reale.

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| <br><b>GR TN</b><br><small>Gestore Rete Trasmissione Nazionale</small><br><i>Direzione Rete<br/>Unità Regole e Sistemi</i> | <b>SISTEMA DI DISTACCO CARICHI</b>                             | <b>N° DRRPX02039</b><br>Rev.02 |
|   | <b>UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO</b> | Pagina:<br><b>20 di 24</b>     |

- STATO BLOCCO INTERRUTTORE (BLOCCATO/NORMALE).

Per ogni impianto con carichi interrompibili con preavviso si ha inoltre:

- STATO RIDUZIONE DEI CARICHI (CARICHI RIDOTTI/NORMALI).

#### **Misure**

Per ogni impianto:

- MISURA POTENZA ATTIVA ASSORBITA DALLO STABILIMENTO.

Per ogni carico distaccabile:

- MISURA POTENZA ATTIVA DEL CARICO.

#### **Struttura trame**

In base a quanto affermato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito la struttura delle trame 870-5-104, avendo ipotizzato un massimo di 4 carichi interrompibili per UPDC.

**Tabella 8 – Comandi**

| COMANDI                                  |               |             |                  |             |         |      |           |           |           |        |
|--|---------------|-------------|------------------|-------------|---------|------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Descrizione                              | Type identif. | Parte fissa | Cause of transm. | Parte fissa | Station | Reg  | Object No | Non usato | Data type | Valore |
| Apertura interruttore carico 1           | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x01      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Sblocco interruttore carico 1            | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x02      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Armamento apertura interruttore carico 1 | 0x33          | 0x83        | 0x06             | 0x00        | 0x...   | 0x.. | 0x06      | 0x00      | 0E        | ...    |
| Apertura interruttore carico 2           | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x0B      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Sblocco interruttore carico 2            | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x0C      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Armamento apertura interruttore carico 2 | 0x33          | 0x83        | 0x06             | 0x00        | 0x...   | 0x.. | 0x0D      | 0x00      | 0E        | ...    |
| Apertura interruttore carico 3           | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x15      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Sblocco interruttore carico 3            | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x16      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Armamento apertura interruttore carico 3 | 0x33          | 0x83        | 0x06             | 0x00        | 0x...   | 0x.. | 0x17      | 0x00      | 0E        | ...    |
| Apertura interruttore carico 4           | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x1F      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Sblocco interruttore carico 4            | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x20      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Armamento apertura interruttore carico 4 | 0x33          | 0x83        | 0x06             | 0x00        | 0x...   | 0x.. | 0x21      | 0x00      | 0E        | ...    |
| Prova RTU                                | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x03      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Armamento prova RTU                      | 0x33          | 0x83        | 0x06             | 0x00        | 0x...   | 0x.. | 0x07      | 0x00      | 0E        | ...    |
| Riduci carichi entro 15'                 | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x04      | 0x00      | 07        | 0x01   |
| Ripristino del servizio                  | 0x2d          | 0x01        | 0x06             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x05      | 0x00      | 07        | 0x01   |

**Tabella 9 – Segnali**

| SEGNALI                            |               |             |                  |             |         |      |           |           |           |        |
|------------------------------------|---------------|-------------|------------------|-------------|---------|------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Descrizione                        | Type identif. | Parte fissa | Cause of transm. | Parte fissa | Station | Reg  | Object No | Non usato | Data type | Valore |
| Posizione interruttore carico 1    | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x10      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Stato blocco interruttore carico 1 | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x11      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Posizione interruttore carico 2    | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x30      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Stato blocco interruttore carico 2 | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x31      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Posizione interruttore carico 3    | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x40      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Stato blocco interruttore carico 3 | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x41      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Posizione interruttore carico 4    | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x50      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Stato blocco interruttore carico 4 | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x51      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Prova effettuata                   | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x12      | 0x00      | 00        | 0x01   |
| Anomalia RTU                       | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x17      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| Avaria comandi                     | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x14      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| Avaria segnali                     | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x10      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| Avaria misure                      | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x11      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| RTU sincronizzata                  | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x19      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| Avaria GPS                         | 0x01          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x20      | 0x00      | C4        | 0x01   |
| Stato riduzione carichi            | 0x03          | 0x01        | 0x03             | 0x00        | 0x..    | 0x.. | 0x13      | 0x00      | 00        | 0x01   |

**Tabella 10 – Misure**

| <b>MISURE</b>                                       |                      |                    |                         |                    |                |            |                  |                  |                  |               |  |
|---|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------|--|
| <b>Descrizione</b>                                  | <b>Type identif.</b> | <b>Parte fissa</b> | <b>Cause of transm.</b> | <b>Parte fissa</b> | <b>Station</b> | <b>Reg</b> | <b>Object No</b> | <b>Non usato</b> | <b>Data type</b> | <b>Valore</b> |  |
| <b>Misura carico 1</b>                              | 0x09                 | 0x01               | 0x01                    | 0x00               | 0x..           | 0x..       | 0x01             | 0x00             | 02               | 0x.., 0x..    |  |
| <b>Misura carico 2</b>                              | 0x09                 | 0x01               | 0x01                    | 0x00               | 0x..           | 0x..       | 0x02             | 0x00             | 02               | 0x.., 0x..    |  |
| <b>Misura carico 3</b>                              | 0x09                 | 0x01               | 0x01                    | 0x00               | 0x..           | 0x..       | 0x03             | 0x00             | 02               | 0x.., 0x..    |  |
| <b>Misura carico 4</b>                              | 0x09                 | 0x01               | 0x01                    | 0x00               | 0x..           | 0x..       | 0x04             | 0x00             | 02               | 0x.., 0x..    |  |
| <b>Misura carico complessivo dello stabilimento</b> | 0x09                 | 0x01               | 0x01                    | 0x00               | 0x..           | 0x..       | 0x0B             | 0x00             | 02               | 0x.., 0x..    |  |

**Tabella 11 – Carichi interrompibili in tempo reale: segnali multicast**

| <b>INTERROMPIBILI IN TEMPO REALE – SEGNALI MULTICAST</b> |                      |                    |                         |                    |                |            |                  |                  |                  |               |  |
|--|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------|--|
| <b>Descrizione</b>                                       | <b>Type identif.</b> | <b>Parte fissa</b> | <b>Cause of transm.</b> | <b>Parte fissa</b> | <b>Station</b> | <b>Reg</b> | <b>Object No</b> | <b>Non usato</b> | <b>Data type</b> | <b>Valore</b> |  |
| <b>Segnale multicast</b>                                 | 0x00                 | 0x01               | 0x03                    | 0x01               | 0x..           | 0x..       | 0x..             | 0x..             | 00               | 0x01          |  |

**Tabella 12 – Struttura IOA**

| Descrizione                            | Inform object addr |
|--|--------------------|
| Apertura interruttore carico 1         | 070001             |
| Sblocco interruttore carico 1          | 070002             |
| Armamento apertura carico 1            | 0E0006             |
| Apertura interruttore carico 2         | 07000B             |
| Sblocco interruttore carico 2          | 07000C             |
| Armamento apertura carico 2            | 0E000D             |
| Apertura interruttore carico 3         | 070015             |
| Sblocco interruttore carico 3          | 070016             |
| Armamento apertura carico 3            | 0E0017             |
| Apertura interruttore carico 4         | 07001F             |
| Sblocco interruttore carico 4          | 070020             |
| Armamento apertura carico 4            | 0E0021             |
| Prova RTU                              | 070003             |
| Armamento prova RTU                    | 0E0007             |
| Riduci carichi entro 15'               | 070004             |
| Ripristino del servizio                | 070005             |
| Posizione interruttore carico 1        | 000010             |
| Stato blocco interruttore carico 1     | 000011             |
| Posizione interruttore carico 2        | 000030             |
| Stato blocco interruttore carico 2     | 000031             |
| Posizione interruttore carico 3        | 000040             |
| Stato blocco interruttore carico 3     | 000041             |
| Posizione interruttore carico 4        | 000050             |
| Stato blocco interruttore carico 4     | 000051             |
| Prova effettuata                       | 000012             |
| Anomalia RTU                           | C40017             |
| Avaria comandi                         | C40014             |
| Avaria segnali                         | C40010             |
| Avaria misure                          | C40011             |
| RTU sincronizzato                      | C40019             |
| Avaria GPS                             | C40020             |
| Stato riduzione dei carichi            | 000013             |
| Misura carico 1                        | 020001             |
| Misura carico 2                        | 020002             |
| Misura carico 3                        | 020003             |
| Misura carico 4                        | 020004             |
| Misura carico complessivo stabilimento | 02000B             |